

KYT2014

KANSALLINEN YDINJÄTEHUOLLON
TUTKIMUSOHJELMA
2011-2014

Vuosisuunnitelma
2014

Kari Rasilainen

Sisällysluettelo

Esipuhe	3
1. Johdanto	4
2. Tutkimusohjelman tavoitteet	5
3. Tutkimushankkeet vuonna 2014	6
3.1 Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat	9
3.2 Ydinjätehuollon turvallisuustutkimus	10
3.2.1 Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky	10
3.2.2 Kapselin pitkäaikaiskestävyys	10
3.2.3 Muut turvallisuustutkimukset	12
3.3 Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus	16
Viitteet	17
Liite 1 KYT2014 hankekohtaiset hakuyhteenvedot 2014	18
Liite 2 KYT2014 organisaatio 2014	50
Liite 3 KYT2014 hankeseuranta 2014	52

ESIPUHE

Tämä on Kansallisen ydinjätehuollon tutkimusohjelman (KYT2014) sisällöllinen vuosisuunnitelma vuodelle 2014. Vuosisuunnitelmassa kuvataan tutkimusohjelman sisältöä hanke-esityksissä esitettyjen suunnitelmien perusteella.

Vuosisuunnitelmassa käsitellään rahoituskysymyksiä vain yleisellä tasolla. KYT2014-ohjelman tärkein yksittäinen rahoittajataho on valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR). Tutkimusta tekevät organisaatiot ovat ohjanneet hankkeisiinsa usein myös omaa rahoitustaan.

Tutkimussuunnitelma on tutkimusohjelman koordinaattorin kokoama, mutta siten, että Liitteen 1 hankekohtaiset tutkimusyhteenvedot ovat yksittäisten tutkimushankkeiden vastuuhenkilöiden laatimia.

1 Johdanto

Suomen lainsäädäntö edellyttää, että ydinjätehuoltovelvolliset vastaavat tuottamiensa jätteiden huollon suunnittelusta, toteutuksesta ja kustannuksista mukaan lukien tutkimus- ja kehitystyö. Teollisuuden Voiman ja Fortumin yhdessä omistamalla Posiva Oy:llä on Suomen laajin ydinjätehuollon tutkimus- ja kehitystyön ohjelma.

Säteilyturvakeskuksessa ydinjätehuollon valvonnan tekninen tukiohjelma liittyy suoraan sen viranomaisvalvontaan. Työ- ja elinkeinoministeriöllä (TEM) on kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT), jonka tarkoituksena on tuottaa asiantuntijaosaamista viranomaisten käyttöön.

Ydinjätehuollon toimintaympäristössä tapahtuu tutkimusohjelmakaudella 2011–2014 merkittäviä muutoksia sekä Suomessa että ulkomailla. Posiva Oy jätti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle 28.12.2012. Säteilyturvakeskus arvioi rakentamislupahakemuksen turvallisuusperustelun vuosina 2013-2014. Suomessa on uusi ydinenergian ja ydinjätehuollon toimija, Fennovoima Oy.

Tutkimusohjelmakauteen ajoittuu myös useita muita ydinjätehuoltoon suoraan ja välillisesti liittyviä päätöksentekomenettelyjä. Ohjelmakauden aikana on ollut tarkoitus ottaa nyt rakenteilla oleva ydinvoimalaitosyksikkö (Olkiluoto 3) käyttöön, mutta rakentamisaikataulu venyy ohjelmakauden yli. Otaniemen tutkimusreaktorin (FiR1) käyttöluva uusittiin v. 2011 vuoden 2023 loppuun asti. VTT päätti 2012 sulkea tutkimusreaktorin ja sen seurauksena on käynnistetty reaktorin käytöstäpoistoseelvitykset ja YVA-menettely on parhaillaan käynnissä. VTT on käynnistänyt uusien ydintekniikan tilojen ja niihin liittyvien laitteistojen rakentamisen Otaniemeen. Uudet tilat edistävät myös ydinjätehuollon ja radiokemian tutkimuksia.

Ruotsissa on menossa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittely, jonka loppuun saattaminen menee KYT2014 ohjelmakauden yli. Hakemus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen rakentamislupaa varten jätettiin viranomaisille vuoden 2011 maaliskuussa. USA:ssa nk. Blue Ribbon -komitea raportoi (BRC 2012) vaihtoehtoja Yucca Mountainiin kaavaillulle geologiselle loppusijoitukselle, josta luovuttiin v. 2010 poliittisella päätöksellä. Blue Ribbon -komitean työn pohjalta on USA:ssa 2013 muotoiltu päivitetty ydinjätehuollon strategia (DOE 2013).

EU:n ydinenergia- ja ydinjätetutkimusta tehdään ns. Euratom-puiteohjelmien piirissä. Parhaillaan on menossa EU:n HORIZON2020 ohjelma, jota täydentää Euratomin työohjelma vuosille 2014-2015. Vuonna 2009 perustettiin teknologiayhteisö IGD-TP (Implementing Geological Disposal - Technology Platform), jonka tarkoituksena on koordinoita merkittävältä osin Euratomin piirissä tehtävää ydinjätehuollon tutkimusta. Suomesta IGD-TP:hen osallistuvat toistaiseksi Posiva ja joitain muita ydinjätealalla toimivia organisaatioita.

KYT2014-ohjelmalle toteutettiin kansainvälinen arviointi vuonna 2012 (Apted et al. 2013). Yleisinä johtopäätöksinä todettiin, että KYT2010-ohjelman kv. arvioinnin (Apted et al. 2008) suositukset on otettu huomioon KYT2014-ohjelman suunnittelussa. Tutkimusohjelman organisointia on kehitetty, esimerkkinä mainittiin koordinoitua hankkeita. KYT-ohjelman piirissä käynnistettyä Kansallista ydinjätehuollon kurssia (YJH) pidettiin onnistuneena ja koulutuksen kehittämistä kiiteltiin. Tutkimusohjelman tuloksista todettiin, että ne ovat suhteessa käytettävissä olevaan rahoitukseen. Tutkimusohjelmaan on pystytty sisällyttämään uusia tutkimusaihepiirejä. Arvioitsijat esittivät runsaasti suosituksia tutkimusohjelman kehittämiseksi. Johtoryhmä on perehtynyt arvioitsijoiden suosituksiin ja ottanut niitä huomioon mahdollisuuksien mukaan jo vuonna 2014. Arviointiryhmän suosituksia hyödynnetään erityisesti KYT2014 ohjelman seuraavan KYT2018-ohjelman suunnittelussa, joka on parhaillaan käynnissä.

2. Tutkimusohjelman tavoitteet

KYT2014-tutkimusohjelman lähtökohdat perustuvat ydinenergilakiin (990/1987), jonka mukaan tutkimustoiminnan tavoitteena on ”*varmistaa, että viranomaisten saatavilla on riittävästi ja kattavasti sellaista ydinteknistä asiantuntemusta ja muita valmiuksia, joita tarvitaan ydinjätehuollon erilaisten toteutustapojen ja menetelmien vertailuun*” (53 b § (19.12.2003/1131)).

Tutkimusohjelman sisältö muodostuu kansallisen osaamisen kannalta keskeisistä tutkimuskohteista. Keskeisimmiksi katsottuihin aihepiireihin kaavaillaan koko tutkimuskauden kattavia koordinoituja hankkeita.

Ydinenergilain mukaan ydinjätehuoltovelvolliset vastaavat tuottamiensa jätteiden huollon suunnittelusta, toteutuksesta ja kustannuksista mukaan lukien tutkimus- ja kehitystyö. Siksi esim. ydinjätehuoltovelvollisten selvitysvelvollisuuden piiriin kuuluvat hankkeet eivät kuulu KYT2014-ohjelmaan. Myöskään STUKin valvontatyön suoraksi tueksi tehtävä tutkimus ei kuulu KYT2014-ohjelmaan.

KYT2014-tutkimusohjelma toimii viranomaisten, ydinjätehuoltoa toteuttavien organisaatioiden ja tutkimuslaitosten välisenä keskustelu- ja tiedonvälitysohjelmana. Näin luodaan edellytyksiä rajallisten tutkimusresurssien tehokkaalle hyödyntämiselle ja pyritään varmistamaan siitä, että yksittäisiin tutkimushankkeisiin saadaan riittävän monipuolinen ja poikkitieteellinen tutkimusryhmä. Tehokkaalla tiedonvaihdolla voidaan myös välttää mahdollista päällekkäistä tutkimusta sekä koordinoita esimerkiksi kansainvälisiin hankkeisiin osallistumista.

Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR) rahoittaa vuosittain ydinjätehuollon tutkimushankkeita työ- ja elinkeinoministeriön esityksen perusteella. TEM:n esitys perustuu KYT-johtoryhmän rahoitussuosituksen. Vuosittain jaettava rahamäärä perustuu jätehuoltovelvollisten vastuumääriin ja on vuonna 2014 tutkimushankkeisiin voidaan ohjata noin 1,7 miljoonaa euroa. Olkiluoto 3 -laitosyksikön käyttöönotto vaikuttaa aikanaan ydinjätehuoltovelvollisten vastuumääriin, jolloin tutkimusrahoitukseen on vastaavasti osoitettavissa enemmän varoja, mutta muutos toteutuu vasta KYT2014 ohjelmakauden jälkeen.

KYT2014-tutkimusohjelma tukee ja kannustaa osallistumaan ydinjätetutkimuksen EU-hankkeisiin ja muihin kansainvälisiin hankkeisiin. Hankkeita voidaan toteuttaa myös VYR:n ja muiden suomalaisten tai ulkomaisten rahoittajien yhteisrahoituksella. Yhteisrahoitteisiin hankkeisiin sovelletaan samoja rahoitusehtoja ja vaatimuksia kuin VYR:n rahoittamiin hankkeisiin. Yritysten osalta niihin sisältyy EU:n valtiontukisääntö de minimis -sääntö (<http://www.tem.fi/?s=497>).

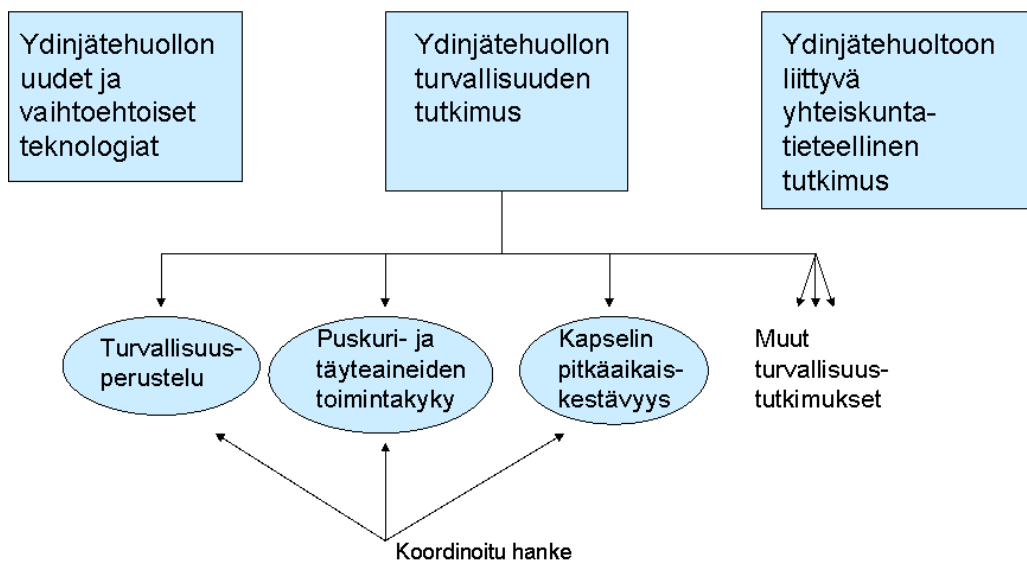
KYT2014-ohjelma pyrkii osaltaan varmistamaan olennaisen kansallisen asiantuntemuksen jatkuvan saatavuuden, edistämään tieteellistä ja korkeatasoista osaamista sekä lisäämään yleistä tietämystä ydinjätehuollon alalla. Tämä toteutuu mm. edistämällä uuden asiantuntijapolven kouluttamista alalle. KYT2014-ohjelma voi tarjota osarahoitusta väitöskirjatyölle, mikäli esitetty työ täyttää tutkimusohjelman sisältö- ja laatuvaatimukset.

KYT2014-ohjelman tutkimussisältöön, raportointiin ja tiedonvälitykseen liittyvät tavoitteet on esitetty tarkemmin KYTin puiteohjelmassa (TEM 2010). Tutkimusohjelman sisäinen työnjako on kuvattu toimintaohjeessa (<http://kyt2014.vtt.fi/>).

Vuonna 2014 ydinjätehuollon turvallisuustutkimuksissa on pyritty laajoihin useampivuotisiin koordinoituihin hankkeisiin turvallisuusperusteluissa, puskuri- ja täyteaineiden toimintakyvyssä sekä

kapselin pitkäaikaiskestävyydessä. Lisäksi johtoryhmän evästyksissä kannustettiin arvioimaan poikkitieteellisesti loppusijoitustilan vapautumisesteiden vuorovaikutuksen vaikutusta pitkäaikaisturvallisuuteen. Niissä tuotiin myös esille, että käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittely tarjoaa mahdollisuuksia ajankohtaiselle yhteiskuntatieteelliselle tutkimukselle. Kaikkien hankkeiden kohdalla kannustettiin vuonna 2014 dokumentoimaan käynnissä olevat tutkimushankkeet tieteellisesti, esim. tieteellisin julkaisuin, jotta nähdään missä tämän tutkimusohjelmakauden lopussa mennään.

Kuvassa 1 on esitetty KYT2014-ohjelman tutkimusaihepiirit.



Kuva 1. KYT2014-ohjelman tutkimusaihepiirit (TEM 2011).

3. Tutkimushankkeet vuonna 2014

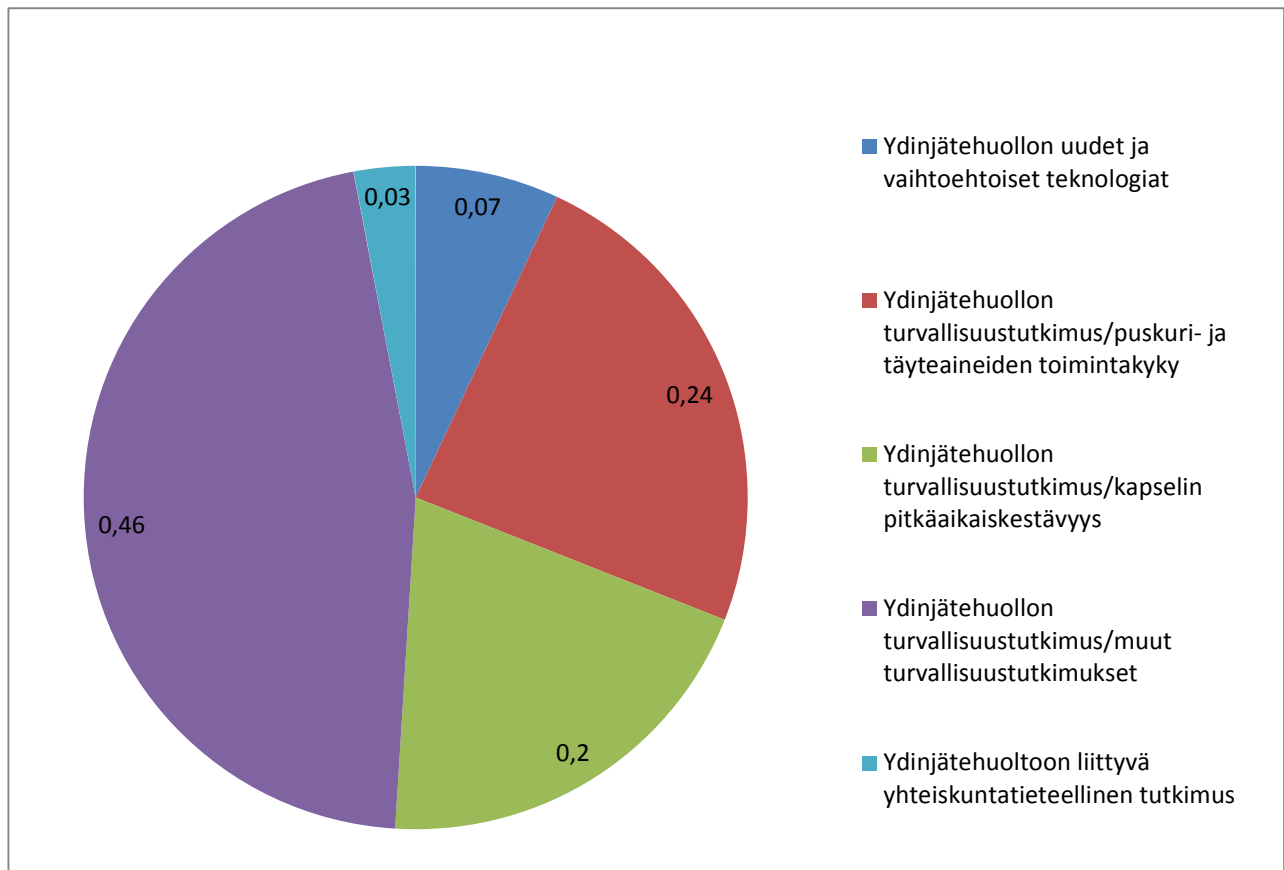
Vuoden 2014 hankehakuun lähetettiin yhteensä 33 tutkimushanke-esitystä ja yhteenlaskettuna VYR-rahoitusta haettiin 2,3 M€ Hanke-esitykset arvioitiin sisällöllisesti tukiryhmissä ja arvioinnissa kiinnitettiin huomiota seuraaviin kriteereihin, jotka myös ilmoitettiin jo hankehaun kutsukirjeessä:

- merkittävyyttä ja hyödynnettävyyttä arvioidaan tutkimustarpeiden kannalta
- verkottuminen alan toimijoiden kesken tarkoittaa, että haetaan koottuja yhteisiä hankkeita ja ehyitä kokonaisuuksia
- koulutusvaikutus ja hanke-esityksen tieteelliset ansiot
 - uusien asiantuntijoiden kouluttaminen
 - uuden osaamisen luominen
- tuloksellisuus, jota on osoitettu KYT-hankkeissa tai muissa yhteyksissä
- realismus, erityisesti kustannukset ja työmäärä.

Tutkimusohjelman johtoryhmä laati tukiryhmien hankearvioiden pohjalta rahoitussuosituksen ja kokosi tukiryhmien työn pohjalta hanke-esityksille sisällöllisen palautteen. Hankekohtaiset palautteet saatettiin hanke-esitysten tekijöiden tietoon. Useita rahoitettuja hankkeita jouduttiin leikkaamaan, koska hanke-esitysten yhteenlaskettu haettu VYR-rahoitus ylitti vuoden 2014 tutkimushankkeiden rahoitusvaran noin 0,6 miljoonalla eurolla.

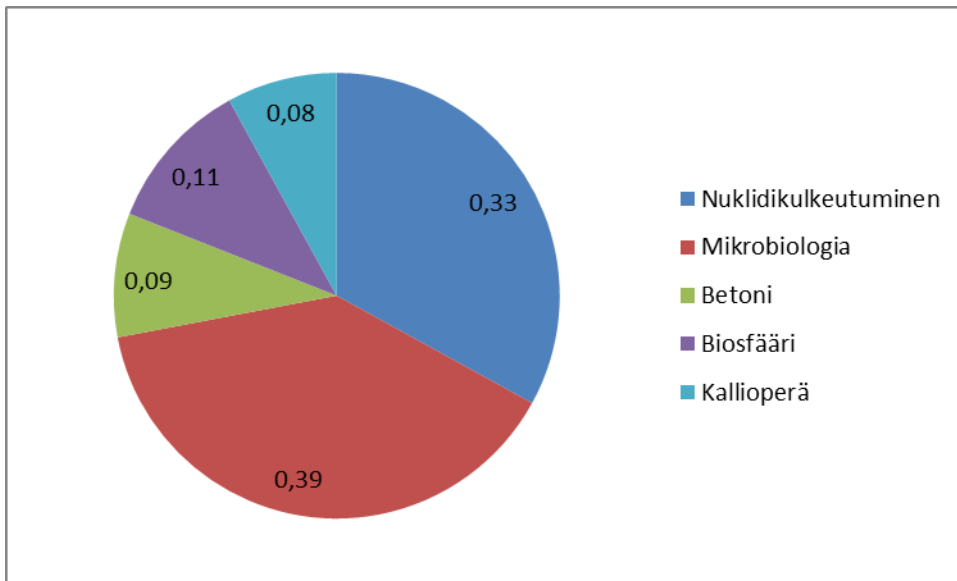
Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) teki johtoryhmän suosituksen pohjalta rahoitusesityksen, johon se pyysi lausunnon STUKilta. Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR) teki lopullisen rahoituspäätöksen 13.3.2014. Vuonna 2014 KYT2014-ohjelmassa tutkimushankekokonaisuudelle myönnetty rahoitus on n. 1,7 M€ Kaikkiaan tutkimusohjelmassa myönnettiin VYR-rahoitusta 28 tutkimushankkeelle. Tutkimushankkeiden lisäksi vuonna 2014 VYR:n varoista rahoitetaan tutkimusohjelman hallintohanke sekä uuden tutkimusohjelman KYT2018 suunnitteluryhmän sihteerin kulut kattava hanke, jonka päätuloksena saadaan KYT2018-ohjelman puiteohjelman luonnos uuden johtoryhmän hyväksyttäväksi. VYR-rahoituksen jakautuminen eri tutkimusaihepiireihin on esitetty Kuvassa 2 ja 3 ja eri tutkimuslaitoksille Kuvassa 4.

Tutkimushankkeiden kokonaisrahoitus v. 2014 on n. 2,6 M€ josta VYR kattaa n. 1,7 M€ ja tutkimuslaitokset itse kattavat n. 0,9 M€ Tutkimusohjelman kokonaislaajuus on n. 24,7 henkilötyövuotta¹.

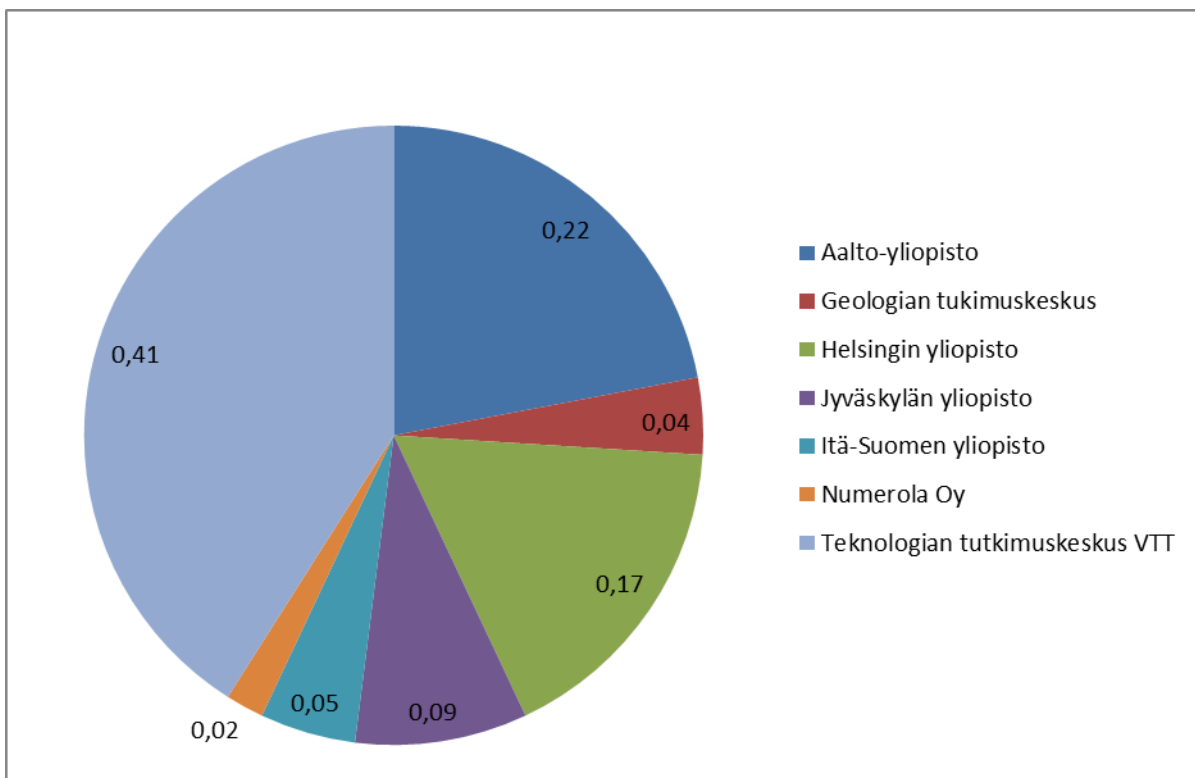


Kuva 2. KYT2014: VYR-tutkimusrahoituksen 1702 k€jakautuminen tutkimusaihepiireittäin vuonna 2014.

¹ Oletettu, että 1 henkilötyövuosi vastaa 10,5 henkilötyökuukautta.



Kuva 3. KYT2014: Tutkimusaihepiirin Muut turvallisuustutkimukset suhteelliset VYR-rahoitusosuudet vuonna 2014.



Kuva 4. KYT2014: VYR-tutkimusrahoituksen 1702 k€jakautuminen tutkimuslaitoksittain vuonna 2014.

Seuraavassa esitellään lyhyt yhteenveto vuoden 2014 hankekokonaisuuden sisällöstä. Hankekohtaiset kuvaukset ovat peräisin hanke-esityksistä. Liitteessä 1 on esitetty yksityiskohtaisemmat hankekohtaiset hakuyhteenvedot. Liitteessä 2 on kuvattu tutkimusohjelman organisaatio ja Liitteessä 3 tutkimushankkeiden seuranta vuonna 2014.

Vuonna 2014 hankekokonaisuus koostuu etupäässä ydinjätehuollon teknologioita ja turvallisuutta käsittelevistä tutkimushankkeista. Yhteiskuntatieteellisiä tutkimushankkeita on mukana yksi.

3.1 Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat

Vuonna 2013 ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat –aihepiiri koostuu kolmesta hankkeesta (Taulukko 1).

Taulukko 1. Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat.

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Kehittyneet polttoainekierron - Uudet erotustekniikat	Risto Harjula, HYRL
Kehittyneet polttoainekierron - Laskennallinen polttoainekiertoanalyysi	Silja Häkkinen, VTT
Ydinjätteen transmutointi ADS-reaktorissa (FLUTRA)	Filip Tuomisto, Aalto

HYRL=Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio; VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; Aalto=Aalto-yliopisto

Kehittyneet polttoainekierron - Uudet erotustekniikat

Hankkeen tavoitteena on asiantuntijan (radiokemian tohtorin) kouluttaminen P&T-erotustekniikan alalle erikoisalana epäorgaaniset ioninvaihtomateriaalit. Tohtorikoulutukseen liittyvän tutkimustyön tavoitteena on uusien nanohuokoisien metallioksidioninvaihtimien tutkimus ja kehittäminen aktinidien erotukseen käytetystä ydinpolttoaineesta tai uusien nesteuuttomenetelmien synnyttämistä sekundäärijäteliuoksista. Lisäksi tavoitteena on kehittyneiden polttoainekiertojen kansainvälisen tutkimuksen seuranta ja tiedonvälitys koskien uusia erikoistekniikoita. Hanke toteutetaan rinnakkaishankkeena VTT:n kanssa.

Kehittyneet polttoainekierron - Laskennallinen polttoainekiertoanalyysi

Hankkeen tavoitteena on sellaisen osaamisen ja laskentaympäristön hankkiminen, jolla voidaan tehokkaasti mallintaa erilaisia polttoainekierron ratkaisuja tähtäimenä ydinjätteen määrän ja aktiivisuuden huomattava vähentäminen. Pitkän aikavälin tavoitteena on päästä mukaan EU:n rahoittamaan tutkimusyhteistyöhön. Hankkeessa kehitetään transmutaatiolaitosten laskentakykyä ja ydinpolttoainekiertojen analysointivalmiutta Suomessa. Tämä toteutetaan eri tarkoituksiin soveltuvien reaktorifysiikan mallintamisohjelmien (MCNP, Serpent, ERANOS ja CASMO-SIMULATE) sekä CEA:n kehittämän polttoainekiertoanalyysin mallinnusohjelman COSI6 avulla. Lisäksi seurataan alan kansainvälistä kehitystä ja tutkimusta. Ohjelmavaliokimalla kyetään analysoimaan sekä alikriittisiä että kriittisiä nopeita ja termisiä reaktoreita, arvioimaan transmutaatiolaitosten tehokkuutta ja simuloimaan polttoainekiertojen materiaaliavirtoja. Lisäksi pystytään mm. arvioimaan, miten nopeasti uudenlaisia ratkaisuja tarvitaan, jos ydinenergian käyttö kasvaa nopeasti. Tuloksia voidaan hyödyntää kehitettäessä tekniikoita, joiden avulla ydinjätteen pitkäikäisten isotooppien määrää ja siten myös loppusijoituksen vaatimaa aikaa lyhennetään merkittävästi. Lyhyelläkin aikavälillä projekti lisää suomalaista ydinenergiaosaamista, ja sen puitteissa koulutetaan nuoria tutkijoita alalle.

Ydinjätteen transmutointi ADS-reaktorissa (FLUTRA)

Hankkeessa lasketaan tapauskohtaiset arviot ydinjätteen hävittämisestä lyijyjähdytteisessä kiihdytinpohjaisessa reaktorissa. Hankkeen tavoitteena on transmutaatiotekniikoiden kriittinen arviointi sekä kehittää reaktorianalyysimenetelmiä ja niiden tarkkuutta suuren palaman polttoaineiden nuklidikonsentraatioiden laskemiseksi. Tarkka hajoamisketjujen kuvaaminen on edellytys harvinaisten, mutta mahdollisesti merkityksellisten nuklidien löytämiseksi. Hanke toteutetaan FLUKA Monte Carlo koodilla käyttämällä Myrrha-kooreaktorin geometriaa ja laskemalla käytetty suuripalamainen polttoaine CASMO-koodilla ja/tai Serpentiin sovelletulla tarkalla nuklidimäärityksellä. Laskenta suoritetaan useassa polttoaine- ja transmutaatiokonfiguraatiossa sisältäen kriittisen ja alikriittisen latauksen. Tuloksena saadaan omakohtainen arvio transmutaatiomenetelmän käyttökelpoisuudesta ja näin voidaan

realistisesti verrata hankalimpien ydinjätenuklidien hävittämismahdollisuutta. Hanke myös selvittää suuren palaman aiheuttamaa problematiikkaa.

3.2 Ydinjätehuollon turvallisuustutkimus

3.2.1 Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky

Ydinjätehuollon turvallisuustutkimuksen puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky –aihepiiri koostuu seitsemästä hankkeesta, jotka yhdessä muodostavat koordinoitua hankkeen Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi, BOA (Taulukko 2). Tässä koordinoitussa hankkeessa tutkimusryhmä on laatinut yhteisen työsuunnitelman, kokonaisbudjetin ja tutkimusyhteenvedon. Jokainen osahanke on kuitenkin jättänyt itsenäisen hanke-esityksen. Koordinoitu hanke käynnistyi v. 2011.

Taulukko 2. Ydinjätehuollon turvallisuustutkimuksen puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky (koordinoitu hanke BOA, hankekoordinaattori lihavoituna).

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)	Markus Olin, VTT
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)	Kai Hiltunen, Numerola Oy
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi: Bentoniitin mineralogiset tutkimukset GTK:ssa (BOA/GTK)	Mia Tiljander, GTK
Bentoniitin fenomenologinen THM-mallinnus (BOA-konsortion osahanke)	Markku Kataja, JYFL
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)	Ritva Serimaa, HYFL
Kolloidien vaikutus radionuklidien kulkeutumiseen (KOLORA)	Pirkko Hölttä, HYRL
Bentoniitin ja täyteaineiden lohkopintojen mekaaninen käyttäytyminen leikkausrasituksessa	Leena Korkiala-Tanttu, Aalto

VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; GTK=Geologian tutkimuskeskus; JYFL=Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos; HYFL=Helsingin yliopiston fysiikan laitos, HYRL=Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio, Aalto=Aalto-yliopisto

Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)

Suomessa on selkeä kansallinen tarve bentoniitin käyttäytymisen entistä parempaan ymmärtämiseen loppusijoitusolosuhteissa. Prosessi- ja mikrorakenneosaaminen luo tieteellisesti perustellun pohjan tutkia kvantitatiivisesti turvallisuuden kannalta keskeisinä pidettyjä selvityskohteita (esim. eroosioilmiot tai montmorillonitiin muuntuminen). BOA-hankkeen konsortio-osapuolet (VTT, GTK, Jyväskylän, Helsingin ja Aalto yliopistot, ja Numerola Oy) muodostavat bentoniittitutkimuksen osaamiskeskuksen, jolla on pitkäaikaista kokemusta bentoniitista, käytössään monipuoliset menetelmät vaativaan kokeelliseen tutkimukseen, ja kyky mallintaa vaadittavia kytkettyjä ja monimutkaisia ongelmia. KBS-3-konseptin puskuri- ja täyteaineiden toimintakyvyn luotettava arviointi ratkaisee pitkälti koko turvallisuusperustelun luotettavuuden, jota varten viranomaisten käytettävissä on oltava korkeatasoista osaamista näiden aineiden toiminta-kyvystä ja sen vaikutuksesta pitkäaikaisturvallisuuteen. Juuri tätä osaamista BOA-hankkeessa kehitetään.

3.2.2 Kapselin pitkäaikaiskestävyys

Ydinjätehuollon turvallisuustutkimuksen kapselin pitkäaikaiskestävyys –aihepiiri koostuu neljästä hankkeesta, jotka yhdessä muodostavat koordinoitua hankkeen Long-Term Integrity of Copper

Overpack (L-TICO) (Taulukko 4). Tässä v. 2012 aloittaneessa koordinoitussa hankkeessa ei ole varsinaista yhteistä työohjelmaa samalla tavalla kuin edellä kuvatuissa koordinoituissa hankkeissa. Jokainen osahanke on laatinut omaa osuuttaan koskevan työsuunnitelman ja tutkimusyhteenvedon omassa hanke-esityksessään.

Taulukko 3. Ydinjätehuollon turvallisuustutkimuksen kapselin pitkäaikaiskestävyys (koordinoitu hanke L-TICO, hankekoordinaattori lihavoituna).

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Hitsatun kuparivaipan pitkäaikaiskestävyys (MICO)	Juhani Rantala, VTT
Kuparisen ydinjätekapselfin mekaaniset ominaisuudet	Hannu Hänninen, Aalto
Mikrobiologisen toiminnan vaikutukset kuparikapselin eri korroosimuotoihin (MICCU)	Leena Carpén, VTT
Kuparin korrosio hapettomassa vedessä	Jari Aromaa, Aalto

VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; Aalto=Aalto-yliopisto

Seuraavassa esitetään koordinoitu hanke L-TICO osahankkeittain.

Hitsatun kuparivaipan pitkäaikaiskestävyys (MICO)

Tavoitteena on kapselikuparin pitkäaikaiskestävyyden määrittäminen ja eliniän ennustaminen. Kapselin virumisanalyysin perusteella kuparin kokema rasitus on pääasiassa relaksaatiota. Sen vuoksi työn painopisteitä 2014 tulevat olemaan relaksaation testaaminen ja ja virumismallin kehittäminen niin, että se pystyy ennustamaan relaksaation luotettavasti. Hitsatun OFP-kuparin pitkäaikaiskokeita jatketaan pienellä volyymillä. Moniaksiaalisuuden vaikutuksen tutkimista jatketaan CT-sauvoilla ja lovetuilla yksiaksiaalisilla koesauvoilla. Hanke toteutetaan yhteistyönä VTT:n ja Aalto-yliopiston kesken KYT-ohjelman ja SSM:n tuella. Tuloksena saadaan realistinen elinikäennuste, joka perustuu pitkäaikaisimpaan käytettävissä olevaan koetulos pohjaan ja uusimpiin materiaali- ja mekanismimalleihin kuormitus- ja olosuhdeyhdistelmillä, joilla saadaan lyhin realistinen kuparivaipan elinikäennuste. Tuloksia hyödynnetään kuparivaipan suojauskykyyn liittyvässä viranomaisten päätöksenteossa.

Kuparisen ydinjätekapselfin mekaaniset ominaisuudet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kuparikapselin eri osien (perusmateriaalit ja hitsit) mekaaniset ominaisuudet sekä ymmärtää makroskooppinen ja mikroskooppinen plastinen deformaatio sen epähomogeenisissä rakenteissa. Tuntemalla kuparikapselin eri osien deformaatiomekanismit voidaan ennustaa kapselin deformaatio ja mahdollinen murtuminen pitkäaikaisessa käytössä ja mallintaa sen käyttäytyminen luotettavasti. Tutkimuksessa selvitetään myös vedyn absorptiota ja sen vaikutusta kuparin mekaanisiin ominaisuuksiin. Tuloksena saadaan selville kuparikapselin epäjatkuvuuskohtien (viat ja geometriset epäjatkuvuudet) ja epähomogeenisen mikrorakenteen (rae- ja muokkausrakenne) vaikutukset deformaation paikallistumiseen ja murtumiseen. Tuloksia voidaan hyödyntää meneillään olevassa virumis- ja jännityskorroosiotutkimuksessa. Tutkimus on erittäin tärkeä kapselin valmistuksessa sen laadulle asetettavien vaatimusten määrittelyssä, epäjatkuvuuskohtien kriittisyyden arvioinnissa (sallitut poikkeamat ja vikakoot sekä niiden hyväksymiskriteerit), ja erityisesti kapselin ja koko loppusijoituksen turvallisuusanalyysissä.

Mikrobiologisen toiminnan vaikutukset kuparikapselin eri korroosimuotoihin (MICCU)

Hankkeen tavoitteena on arvioida mikrobiologisen toiminnan vaikutusta kuparikapselimateriaalin korroosioikäyttyymiseen Suomen loppusijoitusolosuhteissa. Tutkimuksia tehdään laboratorioissa koeolosuhteissa, jotka vastaavat mahdollisimman tarkasti loppusijoitusolosuhteita sekä myös kenttäolosuhteissa. Tuloksia hyödynnetään kuparin pitkäaikaiskestävyysspainoalueella arvioitaessa

korroosionopeuksia ja korroosiovaikutusten arvioimiseksi tehtyjen mallien oikeellisuutta. Hankkeessa otetaan käyttöön online-mittausmenetelmä kuparin korroosion tutkimiseksi ja uusia, entistä tarkempia molekyylibiologisia mikrobimääritysmenetelmiä. Näitä menetelmiä voidaan soveltaa ja hyödyntää laajasti erilaisissa sovellutusympäristöissä. Hankkeessa koulutetaan osaajaa/osaajia ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimuksen osaamisalueelle.

Kuparin korroosio hapettomassa vedessä

V. 2011-2012 on kokeissa, joissa kupari on ollut ultrapuhtaassa vedessä, havaittu osassa kokeita pieniä määriä vetyä, mutta osassa ei. Tämän jatkohankkeen tavoite varmistaa, missä olosuhteissa kuparin korroosioreaktioissa hapettomassa pohjavedessä kehittyy vetyä. Hanke toteutetaan pääosin samalla konsortiolla kuin vuosina 2009-2013 siten, että Aalto-yliopisto ja VTT toteuttavat tutkimuksensa pääosin KYT-rahoituksella. 2014 kokeita jatketaan simuloidussa pohjavedessä. Koekenno on tehty kuparista, jotta voidaan estää ruostumattoman teräksen mahdolliset vetyä tuottavat reaktiot. Kuparikennossa mitataan on-line-mittauksena liuoksen redox-potentiaali ja kuparin korroosiopotentiaali, joilla saadaan lisätietoa vedyn muodostumisen termodynaamisista tekijöistä. Kuparikennossa tehtävää tutkimusta tuetaan on-line kuparin painohäviömittauksilla. Tutkimuksessa arvioidaan loppusijoituksessa syntyvän vedyn vaikutus kuparikapselin korroosionkestoon ja vedyn mahdollisesti aiheuttamat riskit.

3.2.3 Muut turvallisuustutkimukset

Muut turvallisuustutkimukset –aihepiiri koostuu 13 hankkeesta (Taulukko 4).

Taulukko 4. Muut turvallisuustutkimukset.

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Kallion in situ tutkimukset	Marja Siitari-Kauppi, HYRL
C-14 vapautuminen loppusijoituksessa (HIILI-14)	Kaija Ollila, VTT
Kiven huokosrakenteen kuvantaminen nanotomografialla ja yhdistäminen matriisidiffuusiomallinnukseen	Mikko Voutilainen, JYFL
Radiohiilen kemialliset muodot ja sorptio kallioperässä	Jukka Lehto, HYRL
Kallioperän suolaiset fluidit, kaasut ja mikrobit (SALAMI)	Lasse Ahonen, GTK
Syvien kalliopohjavesien mikrobiologinen kartoitus (GEOMIKRO)	Merja Itävaara, VTT
Syvän kallioperän bioinformatiikka (GEOBIOINFO)	Juho Rousu, Aalto
Mikrobiologisen korroosion riskit Suomen loppusijoitusolosuhteissa	Leena Carpén, VTT
Mikrobilajistot Olkiluodon kaasun kehityskokeessa	Merja Itävaara, VTT
Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojekti 1	Jari Puttonen, Aalto
Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojekti 2	Eila Lehmus, VTT
Ydinjätteen riskien arviointiin soveltuvan radioekologisen mallintamisen kehittäminen empiirisen aineiston valossa	Jukka Juutilainen, UEF
KARMO - Kallion rakopintojen mekaaniset ominaisuudet	Mikael Rinne, Aalto

HYRL=Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio; Aalto=Aalto-yliopisto; VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; JYFL=Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos; GTK=Geologian tutkimuskeskus; HY=Helsingin yliopisto; UEF=Itä-Suomen yliopisto

Kallion in situ tutkimukset

Hankkeen tavoitteena on kehittää menetelmiä alkuaineiden ja radionuklidien kulkeutumisen tutkimiseen kiteisessä kivessä. Työssä selvitetään vaikuttavatko kemiallisten ja/tai fysikaalisten olosuhteiden muutokset in situ ja laboratoriokokeissa niihin parametreihin, joita käytämme arvioitaessa aineiden kulkeutumista kalliolla. Hanke jakautuu kolmeen osioon: in situ kokeet, in situ kokeita tukevat laboratoriotutkimukset ja tulosten mallinnus. Työssä tutkitaan seleenin kemiallista olomuotoa, sen pidättymistä ja kulkeutumista kiteisessä kivessä perustuen pitkäaikaisiin seleenin kulkeutumiskokeisiin laboratoriossa. Lisäksi projektissa kehitetään kiven mineraalien heterogeenisuuden huomioonottavaa kulkeutumis (TDD) mallia kesiumille, johon liittyen määritetään kesiumin mineraalispesifinen sorptio mallin lähtötiedoiksi. Tätä mallia käytetään Grimselissä käynnissä olevan in situ kokeen tulosten tulkinnassa. In situ kokeessa käytettävät merkkiaineet ovat HTO, Cl-36, Se-79, Ba-133, Cs-134, Na-22. Tuloksena saamme turvallisuusrelevanttia tietoa aineiden kulkeutumisesta ja vuorovaikutuksesta saturoidussa kalliolla. Tieto edistää viranomaisen pitkäaikaisturvallisuuden arviointivalmiuksia. Päämääränä on kouluttaa uusia ydinjätehuollon asiantuntijoita, jotka kansainvälisessä verkostossa toimiessaan saavat opetusta eri tieteenaloilta.

C-14 vapautuminen loppusijoituksessa

Hankkeen tavoitteena on selvittää voimalaitos- ja käytöstäpoistojätteen aktiivisissa metallikomponenteissa olevan C-14 isotoopin vapautumista pohjaveteen loppusijoitustilaolosuhteissa, vapautumisnopeutta, veteen syntyviä liuennetta ja kaasumaisia hiilen kemiallisia olomuotoja, erityisesti niiden jakautumista orgaanisiin ja epäorgaanisiin muotoihin. Vuonna 2013 hankkeen kokeellinen tutkimus hyväksyttiin osaksi EU-projektia: CAST (Carbon-14 Source term, WP:Steels). CAST-projektin aloituspäivä oli 1.10.2013. Sisältöä rajoitettiin päällekkäisyyksien ehkäisemiseksi siten, että analyysimenetelmien kehitystä tekee kaksi partneria (ei VTT). Muut tekevät sitä kansallisena projektina. Tästä syystä vuoden 2014 HIILI-14 projekti ehdotetaan jakautuvaksi kahteen osaan: CAST-hanke ja kansallinen projekti. CAST- hankkeessa tehdään säteilyttämättömän teräksen ja rautakarbidiin eluutiokokeita. Näiden kokeiden aloitus on lykätty siten, että ne aloitetaan suunnitelman mukaan CAST-projektissa 1.10.2013 jälkeen. Kansallisessa osassa tehdään analyysimenetelmien kehitystä. Myös kirjallisuuden seuranta on tehtävä kansallisessa hankkeessa. Lisäksi selvitetään aktiivisten teräsnäytteiden kokeita varten tarvittavat toimenpiteet (luvat ym.). Tutkimus tähtää C-14 vapautumisen realistisempaan mallintamiseen turvallisuustarkasteluissa.

Kiven huokosrakenteen kuvantaminen nanotomografialla ja yhdistäminen matriisidiffuusiomallinnukseen

Hankkeen tavoitteena on mallintaa kiven mineraali- ja huokosrakennetta hyödyntäen nanotomografialla ja elektronimikroskopiolla saatavaa informaatiota. Lisäksi tavoitteena on hyödyntää näitä menetelmiä tutkittaessa kokeellisesti cesiumin diffuusiota ja sorptiota näissä materiaaleissa. Projektin pitkän kantaman tavoitteena on hyödyntää saatua informaatiota simuloitaessa diffuusiota hila-Boltzmann-menetelmällä, johon on implementoitu kemiallisia ja fysikaalisia vuorovaikutuksia. Tutkimus tehdään Sievistä ja Olkiluodosta saatavilla näytteillä. Hanke tehdään tiiviissä yhteistyössä HYRL:n kanssa, ja se toteutetaan kaksivuotisena projektina Jyväskylän yliopiston Fysiikan laitoksella. Yhteistyössä ovat lisäksi mukana GTK ja Grimselin vuorilaboratorio. Hankkeen tuloksena saadaan ensiarvoisen tärkeää tietoa kiven mineraali- ja huokosrakenteesta sekä radionuklidien kulkeutumisesta maaperässä. Hankkeesta saatava tieto edistää viranomaisen pitkäaikaisturvallisuuden arviointivalmiuksia ja ydinjätetoimijoiden tekemää turvallisuusanalyysiä.

Radiohiilen kemialliset muodot ja sorptio kallioperässä

Hankkeessa tutkitaan radiohiilen, joka liikkuvuutensa ja mahdollisen ihmisille aiheutuvan säteilyannoksen kannalta kuuluu tärkeimpään prioriteettiluokkaan, kemiallisia muotoja ja pidättymistä kallioperän mineraalien pinnoille. Tutkimusaihe on Suomessa uusi ja myös muualla maailmassa aihetta on tutkittu hyvin vähän. Hanke on neljävuotinen, kestää vuodet 2013-2016 ja päättyy tohtorin väitöskirjaan. Vuonna 2014 jatketaan 2012-2013 aloitettua karbonaattimuotoisen radiohiilen isotooppisen vaihdon tutkimusta kalsiittimineraaliin, joka on yleinen kallioperän rakomineraali. Vuonna 2014 aloitetaan tutkimukset radiohiilen kemiallisten muotojen (metaani, korkeammat hiilivedyt, bikarbonaatti, hiilidioksidi) ja niiden muutosten määrittämiseen loppusijoituksen kannalta relevanteissa olosuhteissa. Muotojen määrittämiseksi on Radiokemian laboratorioon hankittu kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteisto. Hankkeessa tuotetaan tärkeää tietoa ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arviointiin, erityisesti turvallisuusperusteluun. Käyttäjinä ovat ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuutta valvovat viranomaiset, loppusijoituksesta vastaavat organisaatiot Suomessa ja muualla maailmassa sekä tiedeyhteisö. Hankkeen välittöminä tuotteina ovat tieteelliset julkaisut korkeatasoisissa kansainvälisissä aikakauslehdissä, konferenssipaperit, väitöskirja ja muutama pro gradu -työ. Hankkeessa tuotetaan siten ydinjätealalle yksi uusi tohtoritason asiantuntija.

Kallioperän suolaiset fluidit, kaasut ja mikrobit (SALAMI)

Hankkeessa tutkitaan suolaisten kalliopohjavesien, kaasujen ja mikrobien välisiä yhteyksiä, suolaisten vesien syntyä, evoluutiota ja viipymäaika ja geosfäärin mikrobitoiminnan mahdollisia energianlähteitä. Hanke toimii kiinteässä yhteistyössä VTT:n GEOMIKRO-hankkeen ja Aalto Yliopiston GEOBIOINFO-hankkeen kanssa. Hankkeiden yhteisenä tavoitteena on tuottaa uutta tietoa kallioperän syvän biosfäärin mikrobiologisista ilmiöistä ja niiden mahdollisesta turvallisuusmerkityksestä ydinjätteen geologisessa loppusijoituksessa. Tutkimuskohteina ovat pääasiassa Outokummun syväreikä ja Pyhäsalmen kaivos, joiden lisäksi on varauduttu yhden uuden reiän tutkimukseen. Vuoden 2014 toiminnassa painotetaan tulosten käsittelyä ja julkaisemista. Uutena kohtana työsuunnitelmaan on sisällytetty tulosten tarkastelu turvallisuusperustelun näkökulmasta, johon liittyy tutkijan perehdyttäminen turvallisuusperustelun metodiikkaan.

Syvien kalliopohjavesien mikrobiologinen kartoitus (GEOMIKRO)

Hankkeen tavoitteena on tuottaa tietoa syvien kalliopohjavesien mikrobilajistoista ja niiden toiminnasta. Toisaalta tavoitteena on tuottaa sellaista tietoa, jota voidaan hyödyntää ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusanalyysien tukena. Tuloksena saadaan tietoa syvien kalliopohjavesien mikrobiyhteisöistä ja niiden toiminnasta sekä merkittävistä korroosioriskeistä kuten anaerobisen metaanin hapettumisen esiintymisestä pohjavesiolosuhteissa, sekä sulfaattia pelkistävistä mikrobeista ja kineettisen sulfaatin pelkistymisen toimivuudesta pohjavesien sulfaatin pelkistyspotentiaalini arvioinnissa. Lisäksi tietoa saadaan syvien biosfäärien mikrobilajistoista ja niiden toiminnasta ja aineenvaihduntareiteistä. Hanke toteutetaan yhteistyössä GTK:n SALAMI ja Aalto-yliopiston GEOBIOINFO projektin kanssa. Tuloksia voidaan hyödyntää ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusanalyysihin. Tutkimusmenetelmät antavat uudenlaisia näkökulmia mikrobiologisiin analyysihin. Projekti liittyy myös BOA- hankkeen osahankkeeseen Mikrobit bentoniitissa ja Leena Carpenin johtamaan projektiin Mikrobiologisen korroosion riskit Suomen loppusijoitusolosuhteissa.

Syvän kallioperän bioinformatiikka (GEOBIOINFO)

GEOBIOINFO-hanke kehittää ja soveltaa bioinformatiikan menetelmiä ja työkaluja kallioperän mikrobiyhteisöjen toiminnan ymmärtämiseksi. Hanke toimii tiiviissä yhteistyössä GTK:n SALAMI-hankkeen ja VTT:n GEOMIKRO-hankkeen kanssa. Hankkeessa rekonstruoidaan syväreikänäytteistä saadun mikrobiyhteisön genomien perusteella mikrobiyhteisön aineenvaihduntaverkkoja ja analysoidaan

aineenvaihduntareittien aktiivisuutta hyödyntäen geokemiallista dataa. Bioinformatiikan menetelmät ovat välttämättömiä aineiston massiivisuuden ja aineenvaihduntaverkoston monimutkaisuuden vuoksi. Tutkimus tuottaa uusia bioinformatiikan työkaluja, joilla voidaan tutkia kalliopohjavesien mikrobi-toiminnan vaikutuksia ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusanalyysien tarpeisiin. Hankkeen koulutuksellisenä tavoitteena on synnyttää uutta asiantuntemusta metagenomiyyhteisöjen aineenvaihdunnan mallinnusmenetelmien kehittämiseen ja niiden soveltamiseen.

Mikrobiologisen korroosion riskit Suomen loppusijoitusolosuhteissa (REMIC)

Hankkeen tavoitteena on arvioida biofilmien muodostumista ja mikrobiologisen korroosion riskiä metallisille materiaaleille (purkujättemateriaalit) Suomen loppusijoitusolosuhteissa. Tutkimukset suoritetaan sekä projektin aikana luotavassa koeympäristössä laboratoriossa että loppusijoitusalueella tehtävillä kenttäkokeilla. Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa purkujättemetallien mahdollisesta mikrobiologisesta korroosiosta johtuvaa radioaktiivisten aineiden vapautumista. Hankkeessa otetaan käyttöön uusia sähkökemiallisia mittausten menetelmiä paikallisen korroosion tutkimiseen ja uusia, entistä tarkempia, molekyylibiologisia mikrobimääritysmenetelmiä. Menetelmiä voidaan hyödyntää laajasti erilaisissa sovellutusympäristöissä. Hankkeessa koulutetaan osajia ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimuksen osa-alueelle..

Mikrobilajistot Olkiluodon kaasun kehityskokeessa

Kaasunkehityskoe käynnistettiin Olkiluodon VLJ-luolassa 15 vuotta sitten tavoitteena tutkia huoltojätteen mikrobiologisessa hajoamisessa muodostuvan kaasun muodostumisnopeutta riskien arvioimiseksi. Tässä hankkeessa on tavoitteena evaluoida huoltojätteen hajoamisaste sekä karakterisoida kokeessa rikastuneita mikrobilajistoja käyttäen monipuolisesti eri tutkimusmenetelmiä. Hankkeen tuloksia voidaan hyödyntää turvallisuusanalyysissä arvioitaessa huoltojätteen säilytyksen mikrobiologisia riskejä.

Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojektit 1 ja 2

Tutkimuksen tavoitteena on parantaa olemassa olevaa tiedon tasoa betonisten vapautumisesteiden säilymisestä loppusijoitusolosuhteissa ja hankkia valmiudet arvioida vapautumisesteiden käyttöikä. Yhtenä keskeisenä tavoitteena on holistisen betonimallin kehitystyö. Toisena tavoitteena on selvittää ja dokumentoida 13 vuotta kemiallisissa liuoksissa olleiden betonikoe-kappaleiden tämän hetkinen kunto ja arvioida koetulosten perusteella betonin turmeltumismekanismia sekä käyttää koetuloksia esitetyn mallin kehitykseen. Hanke toteutetaan Aalto-yliopiston (Osaprojekti 1) ja VTT:n (Osaprojekti 2) yhteistyönä.

Ydinjätteen riskien arviointiin soveltuvan radioekologisen mallintamisen kehittäminen empiirisen aineiston valossa

Hankkeen tavoitteena on empiirisen tiedon valossa tarkentaa suomalaisen metsäekosysteemiin soveltuvaa radioekologista mallintamista ja sen käyttöä loppusijoituksen mahdollisten riskien arviointiin. Hankkeessa mallinnetaan valittujen alkuaineiden siirtymistä maaperästä kasveihin perustuen tähänastisessa työssä määritettyihin epälineaarisiin yhtälöihin, pyrkien selvittämään kuinka paljon radioekologisten mallien ennusteet muuttuvat ja tarkentuvat perinteisiin lineaarisuusoletukseen perustuviin malleihin verrattuna. Siirtymistä eläimiin tarkastellaan kokeellisesti ja tämän kokeen yhteydessä saadaan lisätietoa myös siirtymisestä kasveihin. Tutkimuksen odotetaan tuottavan entistä kehittyneempää, empiirisen tiedon avulla tarkennettua biosfäärimallinnusta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen riskien arviointiin. Lisäksi saatuja tietoja voidaan hyödyntää uraanimalmin etsinnän ja Suomeen mahdollisesti perustettavien uraanikaivosten ympäristövaikutusten arvioinnissa, yleisesti

radioekologisten mallien kehittämisessä sekä muiden ympäristöön joutuneiden haitta-aineiden (raskasmetallien) riskien arvioinnissa.

KARMO - Kallion rakopintojen mekaaniset ominaisuudet

Hanke on uusi KYT2014-ohjelmassa. Hankkeen tavoitteena on selvittää kallion rakojen numeerisessa mallinnuksessa tarvittavat parametrit sekä mittakaavan, pintakarkeuden (asperiteetin) ja geometrian vaikutus niihin. Hanke toteutetaan opinnäytetöiden avulla ja hankkeeseen kuuluu myös sähköinen yhteistyö Albertan yliopiston kanssa. Hankkeessa suoritetaan rakogeometrian tallentaminen fotogrammetrisesti, replikasarjan valmistaminen 3D-tulostusteknologialla, koestus Shear Box -laitteella ja tulosten analysointi. Tuloksena saadaan rakomekaaniset parametrit (peruskitkakulma ϕ_b , residuaalikitkakulma ϕ_r , raon karkeustekijä JRC, raon kohtisuora puristuslujuus JCS sekä raon normaalijäykkyys k_n ja leikkausjäykkyys k_s), joita voidaan hyödyntää rakojen siirtymää mallintavissa numeerisissa simulaatioissa. Hanke toimii esivalmisteluna laajemmalle koordinoitulle hankkeelle tulevassa KYT2018-ohjelmassa. Koordinoitulla hankkeella pyritään yhdistämään maanjäristyslaskenta sekä rakojen mallintaminen, jotta saadaan tarkempi arvio rakojen leikkautumisesta.

3.3 Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus

Vuonna 2012 ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus –aihepiiri koostuu yhdestä hankkeesta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus.

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen sijoituksen kansainväliset sosio-tekniiset ja turvallisuus haasteet – Suomi ja EU – FiNSOTEC 2012-2014	Tapio Litmanen, JY

JY=Jyväskylän yliopisto

Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen sijoituksen kansainväliset sosio-tekniiset ja turvallisuus haasteet – Suomi ja EU – FiNSOTEC 2012-2014

Tutkimus tarkentuu kolmeen asiaan. Ensinnäkin, tutkimuksessa analysoidaan Suomen ja Ruotsin käytetyn ydinpolttoaineen geologisen loppusijoituksen päätöksentekoa ja institutionaalisia kehyksiä. Toiseksi, tutkimuksessa ryhdytään keräämään molempia maita kattavaa aineistoa siitä, miten joukkotiedotusvälineissä keskustellaan ydinjätteistä. Kiinnostuksen kohteena on, kuinka toimijoiden välinen yhteiskunnallinen vuoropuhelu on rakenteellisesti (lähinnä lupamenettelyissä ja vastaavissa tapauksissa) toteutettu suomalaisessa ja ruotsalaisessa riskienhallinnan järjestelmässä. Kolmanneksi, tavoitteena on saattaa loppuun FiNSOTEC projekti. Tutkimusryhmän aiemmista KYT2014 tutkimussuunnitelmista saamansa palautteen pohjalta asetut kolme tavoitetta (Suomen ja Ruotsin lisensointiprosessien vertaileva tutkiminen, molempien maiden lehdistössä esiintyvän julkisen keskustelun tutkiminen ja aikaisempien vuosien tutkimuksen yhteenveto) palvelevat KYT2014 tutkimusohjelman yleisiä tavoitteita. Tutkimus tulee tarjoamaan validia tietoa Suomen ja Ruotsin ydinjätteiden lupamenettelytavoista. Lisäksi tutkimuksessa suhteutetaan molempien maiden julkista keskustelua näihin taustayhteyksiin ja tehdään johtopäätöksiä siitä, kuinka institutionaaliset puitteet voivat tarjota mahdollisuuksia ja rajoittaa julkista keskustelua ja kenties myös osallistumista julkiseen keskusteluun ja päätöksentekoon.

Viitteet

Apted, M., Karlsson, F. & Salomaa, R. 2013. 2013, KYT2014 Review Report, Publications of the Ministry of Employment and the Economy, Energy and Climate 10/2013, 29 s.

Apted, M., Papp, T. & Salomaa, R. 2008, KYT 2010 Review Report, Publications of the Ministry of Employment and the Economy, Energy and Climate 2/2008, 26 s.

BRC 2012, Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future. Report to the Secretary of Energy, (http://brc.gov/sites/default/files/documents/brc_finalreport_jan2012.pdf).

DOE 2013, Strategy for the management and disposal of used nuclear fuel and high-level radioactive waste,
(<http://energy.gov/sites/prod/files/Strategy%20for%20the%20Management%20and%20Disposal%20of%20Used%20Nuclear%20Fuel%20and%20High%20Level%20Radioactive%20Waste.pdf>).

TEM 2010, Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma, KYT2014. Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2011–2014. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 68/2010, 32 s.

Liite 1 KYT2014 hankekohtaiset hakuyhteenvedot 2014

Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Kehittyneet polttoainekierröt - Uudet erotustekniikat	Risto Harjula, HYRL
Kehittyneet polttoainekierröt - Laskennallinen polttoainekiertoanalyysi	Silja Häkkinen, VTT
Ydinjätteen transmutointi ADS-reaktorissa (FLUTRA)	Filip Tuomisto, Aalto

HYRL=Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio; VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; Aalto=Aalto-yliopisto

Ydinjätehuollon turvallisuustutkimus

Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky (koordinoitu hanke BOA, hankekoordinaattori lihavoituna)

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)	Markus Olin, VTT
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)	Kai Hiltunen, Numerola Oy
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi: Bentoniitin mineralogiset tutkimukset GTK:ssa (BOA/GTK)	Mia Tiljander, GTK
Bentoniitin fenomenologinen THM-mallinnus (BOA-konsortion osahanke)	Markku Kataja, JYFL
Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA)	Ritva Serimaa, HYFL
Kolloidien vaikutus radionuklidien kulkeutumiseen (KOLORA)	Pirkko Hölttä, HYRL
Bentoniitin ja täyteaineiden lohkopintojen mekaaninen käyttäytyminen leikkausrasituksessa	Leena Korkiala-Tanttu, Aalto

VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; GTK=Geologian tutkimuskeskus; JYFL=Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos; HYFL=Helsingin yliopiston fysiikan laitos, HYRL=Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio, Aalto=Aalto-yliopisto

Kapselin pitkäaikaiskestävyys (koordinoitu hanke L-TICO, hankekoordinaattori lihavoituna)

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Hitsatun kuparivaipan pitkäaikaiskestävyys (MICO)	Juhani Rantala, VTT
Kuparisen ydinjättekapselin mekaaniset ominaisuudet	Hannu Hänninen, Aalto
Mikrobiologisen toiminnan vaikutukset kuparikapselin eri korroosimuotoihin (MICCU)	Leena Carpén, VTT
Kuparin korrosio hapettomassa vedessä	Jari Aromaa, Aalto

VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; Aalto=Aalto-yliopisto

Muut turvallisuustutkimukset

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Kallion in situ tutkimukset	Marja Siitari-Kauppi, HYRL
C-14 vapautuminen loppusijoituksessa (HIILI-14)	Kaija Ollila, VTT
Kiven huokosrakenteen kuvantaminen nanotomografialla ja yhdistäminen matriisidiffuusiomallinnukseen	Mikko Voutilainen, JYFL
Radiohiilen kemialliset muodot ja sorptio kallioperässä	Jukka Lehto, HYRL
Kallioperän suolaiset fluidit, kaasut ja mikrobit (SALAMI)	Lasse Ahonen, GTK
Syvien kalliopohjavesien mikrobiologinen kartoitus (GEOMIKRO)	Merja Itävaara, VTT
Syvän kallioperän bioinformatiikka (GEOBIOINFO)	Juho Rousu, Aalto
Mikrobiologisen korroosion riskit Suomen loppusijoitusolosuhteissa	Leena Carpén, VTT
Mikrobilajistot Olkiluodon kaasun kehityskokeessa	Merja Itävaara, VTT
Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojekti 1	Jari Puttonen, Aalto
Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojekti 2	Eila Lehmus, VTT
Ydinjätteen riskien arviointiin soveltuvan radioekologisen mallintamisen kehittäminen empiirisen aineiston valossa	Jukka Juutilainen, UEF
KARMO - Kallion rakopintojen mekaaniset ominaisuudet	Mikael Rinne, Aalto

HYRL=Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio; Aalto=Aalto-yliopisto; VTT=Teknologian tutkimuskeskus VTT; JYFL=Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos; GTK=Geologian tutkimuskeskus; HY=Helsingin yliopisto; UEF=Itä-Suomen yliopisto

Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus

Tutkimushanke	Hankepäällikkö
Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen sijoituksen kansainväliset sosio-tekniiset ja turvallisuus haasteet – Suomi ja EU – FiNSOTEC 2012-2014	Tapio Litmanen, JY

JY=Jyväskylän yliopisto

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Kehittyneet polttoainekierrat – uudet erotustekniikat		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Advanced nuclear fuel cycles – new separation technologies		
Tutkimuslaitos Helsingin yliopisto, kemian laitos, radiokemian laitos	Vastuuhenkilö FT Risto Harjula, dosentti	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) 3.1. Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat/nuklidierotus ja transmutaatio		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Jatkoa vuonna 2011 alkaneelle projektille		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT	Ulkomaiset organisaatiot COST EUFEN	Muut tutkimusohjelmat, tms. Kansallinen ydintekniikan ja radiokemian tohtoriohjelma (YTERA)
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Hankkeeseen sisältyy tutkimusprojekti, joka edistää alan asiantuntijuuden saatavuutta ja tieteellisen osaamisen kehittymistä Suomessa ja edesauttaa suomalaisten tutkimuslaitosten ja teollisuuden pääsyä mukaan kansainvälisiin P&T-tutkimushankkeisiin. HYRL:in osalta on pyrkimyksenä päästä mukaan EU:n 7. tai ainakin 8. puiteohjelman (Horizon 2020) kv. hankkeisiin esimerkiksi Fortumin ja VTT:n kanssa. Hankkeeseen sisältyvä kehittyneiden polttoainekierrätustekniikoiden tutkimuksen seuranta antaa tutkimuslaitoksille, viranomaisille ja voimayhtiöille ajantasaista tietoa käytetyn ydinpolttoaineen suoran loppusijoituksen yhdestä vaihtoehdosta.		
Tuloskategoria Uusia Zr-fosfaattimateriaaleja (ZrP) aktinidi/lantanidierotuksiin Tietoa ZrP materiaalien sorptiomekamismeista	Julkaisujen lukumäärä 2	Opinnäytetöiden lukumäärä Väitöskirja 2015
Tutkimuksen tavoite Hankkeen tavoitteena on asiantuntijan (radiokemian tohtorin) kouluttaminen P&T-erotustekniikan alalle. Tohtorikoulutukseen liittyvän tutkimustyön tavoitteena on uusien nanohuukoisten metallifosfaatti-ioninvaihtimien tutkimus ja kehittäminen aktinidien erotukseen käytetystä ydinpolttoaineesta tai uusien nesteuuttomenetelmien synnyttämistä sekundäärijäteliuoksista. Lisäksi tavoitteena on kehittyneiden polttoainekiertojen kansainvälisen tutkimuksen seuranta ja tiedonvälitys koskien uusia erikoistekniikoita		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain 1. Kehittyneiden polttoainekiertojen uusimman tutkimuksen seuranta - seurantaraportti yhdessä VTT:n projektin kanssa 2. TUTKIMUSTYÖ - Zr-fosfaattien karakterisointi (FeSEM, XRD, LIF, EXAFS) - sorptiomekanismien mallinnus. - Eluutiokokeet (Am:n ja Eu:n erottaminen toisistaan) -		
Julkaisut ja opinnäytetyöt 2 tieteellistä artikkelikäsikirjoitusta, väitöskirja 2015		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Tiedottaminen GEN4FIN-seminaarissa, COST EUFEN-seminaarissa		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Kehittyneet polttoainekierrat – Laskennallinen polttoainekiertoanalyysi		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Advanced Fuel Cycles – Computational Fuel Cycle Analysis		
Tutkimuslaitos VTT	Vastuhenkilö Silja Häkkinen	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Hanke on nelivuotinen ja jatkoa vuosien 2011-2013 samannimiselle projektille. Kokonaisuudessaan hanke on jatkoa aiemmalle projektille KYT2010-ohjelmassa: "Suomalainen erotus- ja transmutaatiotekniikan tutkimus"		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot HYRL, Aalto-yliopisto	Ulkomaiset organisaatiot CEA, NEA, Tarton yliopisto	Muut tutkimusohjelmat, tms. SAFIR2014, SA/NUMPS
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Projektissa tutkitaan erilaisten laskentatyökalujen avulla edistyksellisiä polttoainekierron ratkaisuja, joiden avulla vähennetään käytetyn polttoaineen jälkilämpöä ja pitkäikäisten isotooppien määrää. Tämä pienentää loppusijoituksen tarvitsemää tilaa ja merkittävästi vähentää ydinjätteen loppusijoituksen vaatimaa aikaa.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) tietokoneohjelmistot, kansallisen osaamisen kehittäminen	Julkaisujen lukumäärä 3 tutkimusraporttia tai 2 tutkimusraporttia ja 1 konferenssijulkaisu	Opinnäytetöiden lukumäärä
Tutkimuksen tavoite Sellaisen osaamisen ja laskentaohjelmiston hankkiminen, jolla voidaan tehokkaasti mallintaa erilaisia polttoainekierron ratkaisuja tähtäimenä ydinjätteen määrän ja aktiivisuuden huomattava vähentäminen. Pitkän tähtäimen tavoitteena on EU:n rahoittamaan tutkimusyhteistyöhön osallistuminen.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain		
2.1 Ydinpolttoainekiertojen analysointivalmiuden kehittäminen Saavuttaa sellainen osaamisen taso ja hankkia sellainen laskentaohjelmisto, jolla pystytään analysoimaan sekä alikriittisiä että kriittisiä nopeita reaktoreita sekä saavuttaa valmius ja osaaminen kevytvesireaktorien ja nopeiden kriittisten (natriumjäähdytteisten) reaktorien ydinpolttoainekierron itsenäiseen laskentaan. Vuonna 2014 tutkitaan COSI6-ohjelmiston mahdollisuuksia arvioida proliferaatoriskiä Suomessa ja jatketaan tutkimuksia sivuaktinidien polttamisesta kiehutusvesireaktorin yläosan nopeassa neutronispektrissä.		
2.2 Tiedonvälitys ja alan kehityksen seuranta Kansainvälisen ydinpolttoainekiertotekniikan tutkimuksen seuranta ja valmius tiedottaa alan kehityksen tilasta muulle tiedeyhteisölle ja viranomaisille.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Tutkimusraportti tai IEMPT2014-konferenssijulkaisu proliferaatoriskin arvioimisesta Suomessa		

COSI6-ohjelmalla

Tutkimusraportti sivuaktinidien polttamisesta kiehutusvesireaktorin yläosan nopeassa neutronispektrissä

Raportti erotus- ja transmutaatiotekniikan tutkimuksesta maailmalla HYRL:n yhteistyökumppanin kanssa

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Ydinjätteen transmutointi ADS-reaktorissa (FLUTRA)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Transmutation of nuclear waste with ADS (FLUTRA)		
Tutkimuslaitos Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu Teknillisen fysiikan laitos	Vastuuhenkilö Prof. Filip Tuomisto	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Jatkoa samannimiselle hankkeelle vuosilta 2011 - 2013		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT, HYRL, JYU	Ulkomaiset organisaatiot SCK•GEN	Muut tutkimusohjelmat, YTERA, Nordic-Gen4, OECD-NEA
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Yksityiskohtainen ADS tutkimus luo kriittisen kuvan erottelun ja transmutaation mahdollisuuksista. Ydinjätenuklidien tarkka arviointi mahdollistaa merkkiainenuklidien löytämisen sekä mahdolliset säteilytekniikan menetelmät safeguards-tehtäviin. Työssä osallistutaan YTERA tohtorikoulutus-ohjelmaan.		
Tuloskategoria FLUKA, CASMO, MCNP ja Serpent sovellukset sekä koodinkehitys	Julkaisujen lukumäärä Raportti, 2 julkaisua	Opinnäytetöiden lukumäärä 2
Tutkimuksen tavoite Lyijyvismuttijähdytteen Myrrha-koereaktorin neutroniikan tarkka Monte Carlo mallintaminen ja siinä tapahtuva ydinjätteen transmutointi ottaen huomioon reaktorityypin tekniset haasteet.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Suuripalamaisen polttoaineen säteilytys eri jälleenkäsittelyoletuksilla		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Lisensiaatintyö, konferenssi/julkaisu, kandidaatintyö/erikoistyö		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) KYT-seminaari, GEN4FIN kokous, ATS		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Bentoniitin ominaisuuksien arviointi (BOA)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Assessment of bentonite characteristics		
Tutkimuslaitos Teknologian tutkimuskeskus VTT (koordinaattori)	Vastuuhenkilö Markus Olin	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus: Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Tutkimus on jatkoa vuosien 2009 ja 2010 PUSKURI-hankkeille, vuoden 2010 MOPO ja KULKE-hankkeille. Hankkeeseen on saatu rahoitusta vuosiksi 2011-13, joten kyse on jatkorahoituksesta.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Tiedonvaihtoyhteistyö: B+Tech, Itä-Suomen yliopiston molekyyliidynamiikka	Ulkomaiset organisaatiot BELBaR EU-hankkeen kanssa tehtävä yhteistyö: ClayTech, KTH, KIT	Muut tutkimusohjelmat, tms. KYT2014: LS-TICO EU BELBaR, Nagra/CFM
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Suomessa on selkeä kansallinen tarve bentoniitin käyttäytymisen entistä parempaan ymmärtämiseen loppusijoitusolosuhteissa. Prosessi- ja mikrorakenneosaamista tarvitaan, kun halutaan tutkia tieteellisesti ja kvantitatiivisesti loppusijoituksen turvallisuuden kannalta keskeisinä pidettyjä selvityskohteita (esim. eroosioilmiöt, sementoituminen tai montmorilloniitin muuntuminen). KBS-3-konseptin puskuri- ja täyteaineiden toimintakyvyn luotettava arviointi ratkaisee pitkälti koko turvallisuusperustelun luotettavuuden, ja tämä arviointi voidaan lopulta perustaa vain mallinnukseen. Mallinnusta ei kuitenkaan voi kehittää ilman kokeellista toimintaa, joka itsessään kasvattaa aihepiirin ymmärrystä. Tutkimuksen tuloksena syntyvää ketjua tai toimintamallia, bentoniitin karakterisoinnista teoreettisiin malleihin kokeellisen toiminnan kautta, soveltamalla voidaan parantaa ja tehostaa bentoniittimateriaaleihin liittyvää tutkimusta Suomessa.		
Tuloskategoria Kokeelliset menetelmät, karakterisointitekniikat ja tietokonemallit	Julkaisujen lukumäärä 4-6 tieteellistä artikkelia 2-4 konferenssijulkaisua lisäksi raportteja	Opinnäytetöiden lukumäärä maisteritason tutkintoja ja viisi väitöskirjaa tekeillä, joista joku voi valmistua vuonna 2014
Tutkimuksen tavoite Hankkeessa kehitettävä bentoniitin prosessi- ja mikrorakenneosaaminen luo tieteellisesti perustellun pohjan tutkia kvantitatiivisesti loppusijoituksen turvallisuuden kannalta keskeisinä pidettyjä selvityskohteita (esim. eroosioilmiöt tai montmorilloniitin muuntuminen). BOA-hankkeen konsortio-osapuolet (VTT, Jyväskylän, Helsingin ja Aalto yliopistot, GTK, Numerola Oy) muodostavat bentoniittitutkimuksen osaamiskeskuksen, jolla on pitkäaikaista kokemusta bentoniitista, käytössään monipuoliset menetelmät vaativaan kokeelliseen tutkimukseen, ja kyky mallintaa vaadittavia kytkettyjä ja monimutkaisia ongelmia. Osaamiskeskus on sinällään verkosto, mutta samalla kriittisen massan ylittävä toimija, jolla on erinomaiset mahdollisuudet kansainväliseen verkottumiseen. Lisäksi hanke toimii uusien tutkijoiden kasvattajana ja on päärahoituslähde 5 väitöskirjatyölle.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Hanke alkaa tuottaa vuonna 2014 merkittäviä tuloksia bentoniittitutkimuksessa: .pääosin hankkeen tuloksena lienee valmistunut 3-5 väitöskirjaa aihepiiristä. Erityinen osaamisen nousu tapahtuu bentoniitin karakterisointimenetelmissä, jotka ovat iso tieteellinenkin haaste. Mallinnuksessa päästään sellaiseen osaamistasoon, että bentoniittia voidaan numeerisesti simuloida ydinjätteiden turvallisuuden kannalta merkittävässä selvityskohteissa. Alla hanke esitellään suomeksi työsuunnitelman englanninkielisten otsikoiden mukaan – otsikko on käännetty heti alussa.		

1 Coordination (VTT)

Koordinaatio on neljästä tehtävästä ainoa, jonka tavoitteet eivät ole suoraan tieteellisiä. Tavoitteena on tukea kolmen tieteellisen tehtävän saavuttamista. Koordinaatio jakautuu kolmeen osatehtävään: sisäinen koordinointi, verkottuminen ja mallinnus-kokeellisen työn rajapintaan.

1.1 Internal coordination

Sisäinen koordinaatio hoitaa koko koordinoitun hankkeen hallinnon. Tavoitteena teknisten tehtävien onnistuminen

1.2 Internal, domestic and international networking

Sisäisen, kotimaisen ja kv-verkottumisen tavoitteena on jakaa tietoa ajantasaisesti kaikille osapuolille ja lisäksi yhteydenpito kv-tiedeyhteisöön.

1.3. Enhancement of communication between experimentalists and modellers

Mallintajien ja kokeellisen toiminnan koordinoinnin tavoitteena on riittävä tiedonvaihto

2 THM and structure

THM ja rakenne -tehtävän tavoitteena on bentoniitin mekaanisen käyttäytymisen ja rakenteen ymmärryksen kasvattaminen. Olennainen asia esim. eroosioilmiöiden ymmärtämisessä.

2.1 Application of tomography (JyU)

Tomografian soveltaminen tähtää tomografian kehittämiseen bentoniitin mekaanisten tutkimusten hyväksi välineeksi. Skaala yli mikrometrin tason rakenteet. Tuottaa sinällään tärkeää tietoa mallinnuksen tueksi, mutta mahdollista myös prosessikokeiden tarkan ajallisen ja paikallisen kehityksen seurannan.

2.2 Application of XRD and SAXs (HYFL)

NMR, XRD ja SAXS menetelmiä sovelletaan bentoniitin nanorakenteen selvittämiseen (1 – 30 nm). Olennainen merkitys bentoniitin huokosvesikemian ymmärtämisessä ja esim. sorptio-, diffuusio- ja liukoisuusreaktioiden ja ilmiöiden mallintamisessa.

2.3 Mineralogy of bentonite (GTK)

Bentoniitin mineralogisen tutkimuksen tavoitteena on täydentää käsitystä bentoniitin koostumuksesta ja tukea hankkeen muita kokeellisia tutkijoita.

2.4 Shear block experiments (Aalto)

Shear block -kokeet tukevat bentoniitin mekaanisen käyttäytymisen ymmärtämistä täydessä mittakaavassa.

3 THC, colloids and biology

THC-, kolloidi- ja biologiotehtävän tavoitteena on bentoniitin kemian ja sitä muokkaavan mikrobiologisen toiminnan ja kolloidien merkityksen ymmärtäminen.

3.1 Cation exchange and diffusion experiments and Ion selective electrodes (VTT)

Kationinvaihto- ja diffuusio-kokeissa selvitetään muun muassa bentoniitin kationinvaihdon lämpötila- ja tiheysriippuvuutta. Asioita tarvitaan pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvässä mallinnuksessa ja arviointityössä.

Ioni selektiivisten elektrodien avulla pyritään tutkimaan suoraan bentoniitin huokosveden pitoisuuksia, mikä kompaktoidulle bentoniitille on harvoja mahdollisia menetelmiä. Huokosveden

koostumus ja sen riippuvuudet ovat olennainen osa bentoniittipuskurin pitkäaikaiskäyttämisen arvioinnissa.

3.3 Solubility of montmorillonite (VTT)

Montmorillonitiin liukoisuustutkimusten tavoitteena on liukoisuuden, liukoisuusnopeuden ja niihin vaikuttavien tekijöiden selvittäminen. Suuri vaikutus pitkäaikaisturvallisuuteen.

3.4 Colloid formation and their relevance in radionuclide transport (HYRL)

Kolloidien muodostuminen ja niiden osuus radionuklidien kuljettajina on tärkeä tutkimuskohde pitkäaikaisturvallisuuden kannalta.

3.5 Microbial activity in bentonite (VTT)

Mikrobitoiminnan tutkimisen tavoite on selvittää mikrobien esiintymistä ja toimintaa rajoittavia tekijöitä bentoniitissa. Mikrobit voivat muokata kemiallisia ja vaikuttaa sekä montmorillonitiin että etenkin kuparin liukoisuuteen.

3.6 THC modelling

THC-mallinnuksessa yritetään sekä tukea kokeellista toimintaa että kehittää malleja pitkäaikaisturvallisuuden arviointia varten.

4 THMCB – putting all together

THMCB tarkoittaa koko bentoniittiin vaikuttavan kytketyn ilmiömaailman yhdistämistä.

4.2 THMCB-modelling (Numerola, VTT, JyU)

THMCB-mallinnuksen tavoitteena on yhdistää BOAn tulokset ja kirjallisuustietoa numeeriseksi malliksi, jolla voidaan analysoida kytkettyä bentoniittisysteemiä. Näitä analyysejä voidaan soveltaa bentoniitin lyhyt- ja pitkäaikaiskehittämiseen.

Julkaisut ja opinnäytetyöt

Tavoitteena on julkaista kaikki tulokset kansainvälisissä tiedejulkaisuissa tai konferensseissa. Alustavia tuloksia julkaistaan myös osallistuvien organisaatioiden julkaisusarjoissa. Hankkeessa on meneillään 5 väitöstyötä, joista yhden voi olettaa valmistuvan vuonna 2014. Lisäksi tehdään maisteriopintoja.

Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.)

Hankkeen tavoitteena on järjestää esim. bentoniitti-aiheinen Workshop, joka olisi avoin myös muille alan tutkijoille.

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi KYT/BOA osahanke: Kolloidien vaikutus radionuklidien kulkeutumiseen (KOLORA)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi The effect of colloids on radionuclide migration		
Tutkimuslaitos Helsingin yliopisto, Kemian laitos, Radiokemian laboratorio	Vastuhenkilö Pirkko Hölttä	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuus: Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Jatkoa 2011 alkaneelle hankkeelle, suunnitelma on tehty koko KYT2014 kaudeksi		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT, JYFL, GTK, Posiva, B ⁺ Tech	Ulkomaiset organisaatiot EU, NAGRA, KIT, KTH, HZDR	Muut tutkimusohjelmat, tms. EU/BELBaR, GTS/CFM
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tuloksia hyödynnetään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuustarkasteluissa lähialueella arvioitaessa bentoniitin ja tunnelin täyteaineiden toimintakykyä sekä arvioitaessa radionuklidien pääsyä kolloidien mukana loppusijoitustilasta lähialueelle ja kaukoalueen kautta biosfääriin. Tuloksena saadaan tietoa bentoniittipuskurin kolloidisessa muodossa tapahtuvasta eroosiosta, pohjaveden suolaisuuden vaikutuksesta kolloidien liikkuvuuteen ja aktinidien sorption pysyvyydestä. Lisäksi saadaan menetelmät määrittää kolloidien ominaisuuksia ja lähtödataa/testitapauksia mallinnusta varten. Mallittajien kanssa suunniteltujen safety case relevanttien kokeiden tuloksia voidaan käyttää parametreina mallien kehittämisessä ja testaamisessa. Tuloksia hyödynnetään bentoniittiaiheisessa EU/BELBaR projektissa, jossa toteutetaan KOLORA hankkeeseen alun perin suunnitellut radionuklidien/kolloidien kulkeutumiskokeet. Kokeelliset tulokset ovat myös käytettävissä Nagran GTS:n Colloid Formation and Migration (CFM) projektissa. Näistä yhteistyöprojekteista saadaan vastavuoroisesti arvokasta tietoa ja kokemusta kolloidien ominaisuuksista ja merkityksestä radionuklidien kuljettajina.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) Kokeelliset menetelmät, karakterisointitekniikat ja parametrit mallien testaamiseen	Julkaisujen lukumäärä 2-3 tieteellistä artikkelia tai vertaisarvioitua konferenssijulkaisua	Opinnäytetöiden lukumäärä 1 (FM)
Tutkimuksen tavoite Tavoitteena on selvittää kolloidien muodostumista loppusijoitustilan materiaaleista sekä mikä on niiden merkitys radionuklidien kuljettajina erilaisissa pohjavesiolosuhteissa. Tavoitteena on myös saada tietoa bentoniittipuskurin rapautumismekanismeista ja – kinetiikasta. Koko hankkeen tavoitteena on yhdistää kokeellinen työ ja mallinnus. Yleisenä teknisenä tavoitteena on kehittää kotimaista osaamista kolloidien vaikutuksesta ja mallinnuksesta sekä kouluttaa uusia asiantuntijoita. Vuoden 2014 aikana tavoitteena on jatkaa edelleen aloitettuja kokeita sekä koota yhteen tutkimusohjelman aikana saadut tulokset ja kirjoittaa niistä artikkelit tieteellisiin lehtiin.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Hanke on osa VTT:n koordinoimaa hanketta: Bentoniitin ominaisuuksien arviointi (BOA). <u>Kolloidien muodostuminen loppusijoitustilan materiaaleista</u> Tavoitteena on edelleen selvittää kolloidien irtautumista bentoniitista, arvioida muodostuvien kolloidien määriä ja ominaisuuksia sekä stabiilisuutta eri pohjavesiolosuhteissa aiemmin tehdyillä näytesarjoilla. Vuonna 2014 tavoitteena on aloittaa bentoniitin eroosiokekeet myös virtausolosuhteissa. Tavoitteena on myös jatkaa kolloidien ja eroosion seurauksena bentoniitista muodostuneen geelikerroksen koostumuksen ja rakenteen tutkimista röntgensäteilyn pienkulmasironnan avulla yhteistyössä HY:n Fysiikan laitoksen kanssa. Tavoitteena on edelleen kehittää ja soveltaa rinnakkaisia ja toisiaan täydentäviä analyysi- ja karakterisointimenetelmiä bentoniittikolloidien		

monimuotoisen rakenteen selvittämiseksi ja tulosten tulkintaa varten. Erityisenä tavoitteena on selvittää bentoniittipuskurin kolloidisessa muodossa tapahtuvaa massan hävikkiä, hajoamismekanismeja ja –kinetiikkaa. Tuloksena saadaan tietoa muodostuneiden kolloidien partikkelikokojakaumasta, määrästä, stabiilisuudesta ja muodoista sekä määrittämismenetelmiä. Tulosten avulla saadaan BOA hankkeessa kehitettäviä kytkettyjä malleja varten kokeellista tietoa bentoniittipuskurin kemiallisesta eroosiosta.

Radionuklidien sorptio kolloideihin

Tavoitteena on edelleen määrittää batch menetelmällä radionuklidien jakaantumiskertoimia (K_d) ionivahvuuden, pH:n ja partikkelikoon funktiona MX-80 bentoniitilla sekä jauheella että kolloidiliuoksilla. Sorptiomekanismien ja sorption reversiibeliyden tutkimista varten käytetään erityyppisiä merkkiaineita. Ioninvaihdolla pidättyvinä merkkiaineina käytetään Sr 85:a ja Cs-134:a. Pintakompleksaatiolla pidättyvänä merkkiaineena käytetään Eu-152:a, joka kuvaa kolmen arvoisten aktinidien (Am) sorptiokäyttäytymistä. Radionuklidin pidättymistä osaksi montmorilloniitin 2:1 rakennetta tutkitaan voimakkaasti sorboituvilla aktinideilla (Np). Aiheesta pyritään aloittamaan pro gradu tutkimus yhteistyössä Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf:n kanssa. Tavoitteena on aloittaa myös sorption reversiibeliys/irreversiibeliys tutkimus dynaamisilla sorptiokokeilla.

Tuloksena saadaan tietoa radionuklidien kiinnittymismekanismeista kolloideihin ja varsinkin aktinidien sorption pysyvyydestä. Lisäksi saadaan tietoa loppusijoitustilassa muodostuneiden kolloidien merkityksestä radionuklidien kuljettajina loppusijoitustilasta (bentoniittipuskurista) virtaavan pohjaveden mukana lähialueen kautta kallioperään. Tuloksena saadaan myös määrittämismenetelmiä ja lähtödataa mallinnusta varten.

Julkaisut ja opinnäytetyöt

Tieteelliset artikkelit ja konferenssipaperit (2-3/vuosi), FM tutkinnot

Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.)

Tuloksia esitellään aiheeseen liittyvissä kotimaisissa ja kansainvälisissä seminaareissa (KYT2014, EU/BELBaR, Nagra/CFM).

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Hitsatun kuparivaipan pitkäaikaiskestävyys (MICO)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Material Integrity of Welded Copper Overpack		
Tutkimuslaitos Teknologian tutkimuskeskus VTT	Vastuhenkilö J.Rantala	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) 3.2.3 Kapselin pitkäaikaiskestävyys		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Samanniminen projekti 2011-13; osa koordinoitua hanketta vuodesta 2012		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Aalto Yliopisto	Ulkomaiset organisaatiot SSM (Ruotsi)	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Projekti tuottaa pitkiin koeaikoihin perustuvan kokeellisen näytön ja mallipohjaiset ennusteet viranomaisille tukemaan päätöksentekoa ydinjätteen loppusijoituksen kulkeutumisesta osalta. Projektin tuloksina saadaan laaja koetulosaineisto, kokeellisen toiminnan valmiudet ja asiantuntijaosaaminen vauriomekanismeista, mallinnuksesta, pitkän ajan elinikäennusteista sekä kokeelliseen näyttöön perustuva syvälinen ymmärrys kuparin käyttäytymisestä.		
Tuloskategoria Kokeellinen tulosaineisto, materiaaliominaisuudet, ennuste pitkäaikaiskestävyydestä	Julkaisujen lukumäärä 2 (2014)	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite - täydentää virumismallia relaksaation osalta ja verifioida ennusteet kokeellisesti - selvittää moniaksaalisuuden vaikutus kuparin elinikään, myös oletettujen vikojen osalta - ennustaa minimielinikä myös vikoja sisältävälle kapselikuparille		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain - laskennallisen kapselin jännitys- ja venymäanalyysin riippumaton verifiointi ja elinikäennuste - pisimpien virumiskokeiden jatkaminen yli 90 000 h mallien tueksi ja vaurion varalta - pisimpien moniaksaalivirumiskokeiden jatkaminen 50 000 tuntiin asti - vertailumateriaalin (OFHC) CT-kokeet vauriomekanismien arviointia varten - vauriomekanismitutkimus ja elektronimikroskopia (Aalto Yliopisto)		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Julkaisut kv. konferensseissa ja alan lehdissä Kaksi väitöskirjaa valmisteilla seuraavilta aloilta: - moniaksaalisuuden vaikutus (J. Rantala, VTT) - mikrorakenneanalyysi (T. Saukkonen, Aalto)		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Vuositittaiset KYT-seminaarit, ECCC:n virumiskonferenssi toukokuussa 2014.		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Kuparisen ydinjättekapselin mekaaniset ominaisuudet		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Mechanical properties of copper canisters for nuclear waste		
Tutkimuslaitos Aalto-yliopisto	Vastuuhenkilö Hannu Hänninen	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus: Kapselin pitkäaikaiskestävyys		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Tutkimus on jatkoa vuonna 2007 alkaneelle tutkimukselle		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT, Posiva	Ulkomaiset organisaatiot SKB, Ruotsi; JRC Petten; Tohoku University, Sendai, Japan; Kärnavfallsrådet, Ruotsi	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Kuparikapselin eri osien mekaaniset ominaisuudet, sallittavan plastisen deformaation määrä sekä vikojen suuruus ja laatu ovat kestävyyskannalta erittäin tärkeitä. Myös ympäristön ja kupariin absorboituneen vedyn vaikutus kapselin mekaanisiin ominaisuuksiin pitää tuntea.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma)	Julkaisujen lukumäärä 3	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite Selvittää kuparikapselin eri osien mekaaniset ominaisuudet sekä ymmärtää mikroskooppinen ja makroskooppinen plastinen deformaatio kuparikapselin rakenteissa. Kupariin korroosiossa absorboituvan vedyn vaikutus kuparin mekaanisiin ominaisuuksiin on erittäin heikosti tunnettu ja se selvitetään tutkimuksessa perusteellisesti.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kuparikapselin eri osien (perusmateriaalit ja hitsit) mekaaniset ominaisuudet sekä plastisen deformaation mekanismit kvantitatiivisesti mikroskooppisella ja makroskooppisella tasolla. Tutkimuksessa on kolme osatehtävää: 1. Kuparikapselin eri osien (perusmateriaalien ja hitsien) mekaanisten ominaisuuksien selvittäminen optisella venymämittaustalaitteistolla lämpötilan ja muodonmuutosnopeuden funktiona sekä mikro- ja nanokovuusmittausten avulla. 2. Deformaatiomekanismien selvittäminen FE-SEM/EBSD/EDS-laitteistolla. 3. Vedyn absorptio kupariin loppusijoitusolosuhteissa ja vedyn vaikutus kuparin mekaanisiin ominaisuuksiin ja virumiseen.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt 3 tieteellistä julkaisua ja yksi opinnäytetyö.		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) KYT2014-tutkimusohjelman seminaarit ja alan kansainväliset konferenssit.		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Mikrobiologisen toiminnan vaikutukset kupari-kapselin eri korroosionmuotoihin		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Effect of microbial action on different corrosion processes of the copper canister		
Tutkimuslaitos VTT	Vastuuhenkilö Leena Carpén	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus (Kapselin pitkäaikaiskestävyys)		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Tämä projekti on alkanut vuonna 2013, ei ole jatkoa aiemmille hankkeille, mutta on suunniteltu kestävän useamman vuoden, jotta saadaan tuloksia riittävän pitkäaikaisista kokeista.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot HY	Ulkomaiset organisaatiot	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa loppusijoituskapselin mahdollisesta mikrobiologisesta korroosista johtuvaa radioaktiivisten aineiden vapautumista.		
Tuloskategoria kokeellinen menetelmä uutta tietoa	Julkaisujen lukumäärä 2-3 kansainvälistä julkaisua	Opinnäytetöiden lukumäärä 2
Tutkimuksen tavoite Hankkeen tavoitteena on arvioida mikrobiologisen toiminnan vaikutusta kuparikapselimateriaalin korroosikäyttäytymiseen Suomen loppusijoitusolosuhteissa.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain		
<p>1. Kehittää osaamista ja luotettava koejärjestely kuparin mikrobiologisen korroosion arvioimiseksi Suomen loppusijoitusolosuhteissa. <i>Tehtävän tuloksena ovat koejärjestelyt, joiden avulla voidaan tutkia kuparin mikrobiologista korroosiota ja metallipinnoille kerääntyvän biofilmin ominaisuuksia. Lisäksi valmistuu kirjallisuuskatsaus, jota voidaan hyödyntää koejärjestelyiden kehittämisessä.</i></p> <p>2. Määrittää mikrobiologisen toiminnan vaikutus kuparin korroosionopeuteen ja korroosiomekanismeihin Suomen loppusijoitusolosuhteissa. <i>Tehtävän tulosten perusteella voidaan arvioida kuparin mikrobiologisen korroosion mekanismeja ja korroosionopeutta.</i></p> <p>3. Selvittää kuparin pinnalle tarttuvat mikrobit ja ajan kuluessa muodostuvan biofilmin ominaisuudet loppusijoitusolosuhteita simuloivissa laboratorio-olosuhteissa. <i>Tehtävän tulosten perusteella voidaan arvioida kuparin mikrobiologisessa korroosiossa avainasemassa olevia mikrobiryhmiä ja niiden toimintaa kuparin pinnalla.</i></p> <p>4. Määrittää potentiaalisten jännityskorroosiota kiihdyttäviä aineita tuottavien mikrobiryhmien aineenvaihduntaa ja selviytymistä Suomen loppusijoitusolosuhteissa siten, että tulosten perusteella on mahdollista arvioida mikrobimallin (CCM-MIC) luotettavuutta. <i>Tehtävän tulosten perusteella voidaan arvioida potentiaalisten jännityskorroosiota kiihdyttäviä aineita tuottavien mikrobiryhmien aineenvaihduntaa ja selviytymistä Suomen loppusijoitusolosuhteissa ja tulosten sopivuutta mikrobimalliin.</i></p>		
Julkaisut ja opinnäytetyöt 2-3 kansainvälistä julkaisua ja 2 opinnäytetyötä (1 gradu ja 1 väitöskirja).		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Osallistuminen kansainvälisiin konferensseihin ja KYT vuosiseminaareihin. Kirjallisuuskatsauksen		

julkaiseminen VTT:n julkaisusarjassa.

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Kuparin korroosio hapettomassa vedessä		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Corrosion of copper by water under oxygen free conditions		
Tutkimuslaitos Aalto-yliopisto	Vastuuhenkilö Jari Aromaa	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Kapselin pitkäaikaiskestävyys		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Tutkimuksella on KYT-rahoitus vuosille 2012-2013		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT	Ulkomaiset organisaatiot SSM, Studsvik Nuclear AB	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tutkimuksen tuloksena saadaan puolueeton tieto siitä, voiko loppusijoituskapselin kupari syöpyä hapettomassa vedessä.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) kokeellinen menetelmä	Julkaisujen lukumäärä	Opinnäytetöiden lukumäärä
Tutkimuksen tavoite <ul style="list-style-type: none"> - saadaan puolueeton tieto siitä, onko kuparin korroosio vetyä kehittäen mahdollista hapettomassa puhtaassa vedessä - saadaan tieto siitä, onko em. Reaktio mahdollista simuloidussa pohjavedessä - arvioida tämän mahdollisen korroosion todennäköisyys ja mahdolliset seuraukset todellisessa loppusijoituksessa 		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain <ul style="list-style-type: none"> - selvittää vedyn kehityksen mekanismi tekemällä kokeita kuparista valmistetussa koelaitteistossa, joka on varustettu redox- ja korroosipotentialin seurannalla - tutkia muodostuuko kuparin korroosiosta vetyä simuloidussa pohjavedessä - koko hankkeen tutkimustulosten käsittely ja raportointi 		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Ei uusia julkaisuja 2014		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Kyt-ohjelman tiedotuskanavat		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Kallion in situ tutkimukset		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi In situ long term diffusion experiments in Grimsel		
Tutkimuslaitos Helsingin yliopiston kemian laitos, radiokemian laboratorio (HYRL)	Vastuhenkilö Marja Siitari-Kauppi	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus Kallioperä ja pohjavesi ja Radionuklidien kulkeutuminen kallioperässä		
Tutkimusjatkumo Hanke on tutkimuskokonaisuus kansainvälisessä yhteistyöprojektissa Grimsel Test Site – Phase IV: Long Term Diffusion (LTD), Phase II suunniteltu päättyväksi 2018		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot JYFL, GTK, VTT	Ulkomaiset organisaatiot Nagra, JAEA, NRI, Rawra, Poitiersin yliopisto	Muut tutkimusohjelmat, tms. Ytera
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Työssä kehitettyjä menetelmiä voidaan käyttää kallion rakenteen, alkuaineiden matriisidiffuusion, anioniekskluusion ja spesiaation selvittämiseksi graniittisessa kivessä. Tietotaitoa hyödynnetään in situ tutkimuksissa Suomessa. Tulokset ovat käytettävissä viranomaisvalvonnassa radioaktiivisten aineiden kallioperäkulkeutumisen arvioinnissa ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuutta punnittaessa.		
Tuloskategoria - menetelmäkehitys - kansainvälisen yhteistyö - uuden tutkijapolven kasvattaminen alalle	Julkaisujen lukumäärä 1	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite Ydinjätehuollon toimijat voivat käyttää kehitettyjä in situ kulkeutumistutkimusmenetelmiä. Tavoitteena on kouluttaa alan asiantuntijoita kasvavaan tarpeeseen. Tieto edistää viranomaisen pitkäaikaisturvallisuuden arviointivalmiuksia.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Seleenin jakaantumiskertoimien määrittäminen graniitissa ja grandioriitissa diffuusiokokeiden tulosten tulkinnan lähtötiedoiksi. Seleenin spesiaation määrittäminen kivessä ja simuloitussa pohjavedessä liittyen kahteen pitkäaikaiseen kulkeutumiskokeeseen kiviblokeissa. Kesiumin jakaantumiskertoimen määrittäminen puhtaille eri pH:ssa ja konsentraation funktiona lähtötietoina mineraalien ja rakenteen heterogeenisuuden huomioonottavan mallin (TDD) kehittämiseksi. TDD mallin kehittäminen siten, että yksinkertaiset kemian prosessit voidaan ottaa huomioon radionuklidien kulkeutumisessa kiteisessä kivessä. Laboratoriossa saatuja jakaantumisen ja diffuusiokertoimia käytetään Grimselin in situ kokeen (merkkiaineet HTO, Cl-36, Se-79, Ba-133, Cs-134, Na-22) tulosten tulkinnan lähtötietoina.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Jussi Ikonen osajulkaisut liseniaattityöhön: Aineiden kulkeutuminen geologisessa matriisissa		
Muu tutkimuksista tiedottaminen Alan konferenssit, kotimaiset seminaarit ja esitelmät muissa tutkimusorganisaatioissa, yhteydet alan teollisiin toimijoihin		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi C-14 vapautuminen loppusijoituksessa (HIILI-14)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Release of ¹⁴ C (Carbon-14)		
Tutkimuslaitos VTT	Vastuhenkilö Kaija Ollila	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus: Muut turvallisuustutkimukset		
Tutkimusjatkumo Projektin ehdotetaan jatkuvaksi jakautuneena EU-hankkeeseen, ja kansalliseen projektiin. EU-projekti CAST (Carbon-14 Source Term) alkoi 1.10.2013. Alun perin hanke oli suunniteltu kolmivuotiseksi kansallisena hankkeena. Hanke alkoi 2011.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Helsingin Yliopiston Radiokemian laboratorio	Ulkomaiset organisaatiot	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tulokset antavat tärkeää tietoa ydinjätteiden loppusijoituksen realistisempia turvallisuustarkasteluja varten. ¹⁴ C on osoittautunut säteilyvaikutukseltaan merkittäväksi isotoopiksi voimalaitos- ja purkujätteessä (sekä käytetyissä polttoainepölyissä). Tuloksia voidaan hyödyntää myös KYT2014-ohjelmaan ehdotetussa 'Loppusijoituksen turvallisuusperustelu' hankkeessa.		
Tuloskategoria kokeellinen menetelmä	Julkaisujen lukumäärä 1	Opinnäytetöiden lukumäärä
Tutkimuksen tavoite Hankkeen tavoitteena on selvittää voimalaitos- ja käytöstäpoistojätteen aktiivisissa metallikomponenteissa olevan ¹⁴ C-isotoopin vapautumista pohjaveteen loppusijoitustilaolosuhteissa, veteen syntyviä liuenneita ja kaasumaisia hiilen kemiallisia olomuotoja, erityisesti niiden jakautumista orgaanisiin ja epäorgaanisiin muotoihin. Orgaanisen hiilen osuus on erittäin tärkeä, koska orgaaniset hiilispesiektit ovat helposti kulkeutuvia ja siten merkittäviä turvallisuustarkastelujen kannalta.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain CAST-projektiin sisältyvät säteilyttämättömän teräksen ja rautakarbidiin kokeet jatkuvat 2014. Selvitetään ja testataan hiilen kemiallisten muotojen analyysimenetelmiä. Säteilyttämättömän materiaalin kokeiden tulokset ovat pohjana suunniteltaessa säteilytetyn materiaalin kokeita projektin myöhemmässä vaiheessa.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt CAST Annual Progress Report		
Muu tutkimuksista tiedottaminen KYT-seminaarit		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Kiven huokosrakenteen kuvantaminen nanotomografialla ja yhdistäminen matriisidiffuusiomallinnukseen		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Pore structure characterization of rock with nanotomography combined with matrix diffusion modeling		
Tutkimuslaitos Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos	Vastuuhenkilö Mikko Voutilainen	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Muut turvallisuustutkimukset		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Kaksivuotisen hankkeen jälkimmäinen vuosi, joka on jatkoa 2009-2010 toteutetulle hankkeelle "Kiven heterogeenisen huokosrakenteen yhdistäminen matriisidiffuusiomallinnukseen "		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio	Ulkomaiset organisaatiot Nagra, Sveitsi	Muut tutkimusohjelmat, tms. Grimsel, LTD Phase II CRESTA
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tuloksia voidaan soveltaa arvioitaessa ydinjätteen loppusijoituksen pitkäaikaisvaikutuksia, radionuklidien kulkeutumista biosfääriin ja loppusijoitustilaa ympäröivän kivimatriisin pädätysominaisuuksia. Niitä voivat hyödyntää sekä viranomainen että ydinjätetoimijat.		
Tuloskategoria Kokeelliset menetelmät, analyysimenetelmät	Julkaisujen lukumäärä 2	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite Tutkimuksen tavoitteena on karakterisoida kiven mineraali- ja huokosrakennetta röntgentomografialla sekä tutkia cesiumin kulkeutumista kivessä ja sorptiota mineraalien pinnoille.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain -Valittujen näytteiden huokostilan kuvantaminen nanotomografialla ja huokostilaa karakterisoivien suureiden määrittäminen. -Kirjallisuuskatsaus, jossa perehdytään röntgentomografian aiempaan hyödyntämiseen kemiallisen sorption tutkimuksessa. -Sorptio- ja kulkeutumiskokeiden suorittaminen valituissa näytteissä hyödyntäen sekä nano- että mikrotomografiaa. -Yhteistyö CRESTA-projektin kanssa, jossa kehitetään hila-Boltzmann- simulointimenetelmää. Menetelmää voidaan myöhemmin soveltaa ydinjätteen loppusijoitukseen liittyviin tutkimuskohteisiin.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Referoituja artikkeleita alan kansainvälisissä julkaisuissa, yksi väitöskirja.		
Muu tutkimuksista tiedottaminen Alan konferenssit (MRS2014 fall meeting), kotimaiset (mm. KYT-) seminaarit, esitelmät muissa tutkimusorganisaatioissa, yhteydet alan teollisiin toimijoihin.		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Radiohiilen kemialliset muodot ja sorptio kallioperässä		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Chemical forms and sorption of radiocarbon in the geosphere		
Tutkimuslaitos Helsingin yliopiston kemian laitos, Radiokemian laboratorio (HYRL)	Vastuhenkilö Prof. Jukka Lehto	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus		
Tutkimusjatkumo Hanke aloitettiin pro gradu –työnä vuonna 2013 ja varsinainen projekti alkoi vuoden 2013 maaliskuussa		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT, HY:n Kemian laitoksen Analyttisen kemian laboratorio, GTK	Ulkomaiset organisaatiot	Muut tutkimusohjelmat, tms. Ytera
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Hankkeessa saavutettujen tulosten avulla saadaan tärkeää tietoa yhden merkittävimmän radionuklidin, ¹⁴ C:n, kemiallisesta käyttäytymisestä ja kulkeutumisesta kallioperässä. Tuloksia voidaan soveltaa turvallisuusanalyysissä ja sen viranomaisarvioinnissa. Koska tutkimus on ensimmäinen laatuaan Suomessa, saadaan sen avulla tietoa, jolla epävarmuuksia radiohiilen käyttäytymisestä voidaan pienentää.		
Tuloskategoria - uuden tietämyksen tuottaminen - uusien menetelmien kehittäminen - uuden asiantuntijan kouluttaminen	Julkaisujen lukumäärä - 4-5 tieteellistä aikakauslehtiartikkeliä - 3-4 konferenssipaperia	Opinnäytetöiden lukumäärä - 2-3 pro gradu -tutkielmaa - 1 väitöskirja
Tutkimuksen tavoite Tutkimuksen tavoitteena on selvittää radiohiilen kemiallisia muotoja ja niiden muutoksia kallioperässä sekä karbonaattimuotoisen radiohiilen sorptiota rakomineraaleihin.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Vuonna 2014 saatetaan loppuun tutkimus karbonaattimuodossa olevan radiohiilen sorptiosta kalsiittiin. Vuonna 2014 aloitetaan tutkimukset radiohiilen kemiallisten muotojen, metaani ja karbonaatti, määrittämiseksi kokeissa, joissa simuloidaan mahdollisimman tarkasti Olkiluodon kallioperässä vallitsevia oloja redox-potentiaalin ja kemiallisen koostumuksen suhteen. Tätä tutkimusta varten on hankittu kaasukromatografi-massaspektrometri-laitteisto.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Vuonna 2014 kirjoitetaan tieteellinen aikakauslehtiartikkeli karbonaattimuotoisen radiohiilen sorptiosta kalsiittiin. Lisäksi aiheesta valmistuu yksi LuK-tutkielma.		
Muu tutkimuksista tiedottaminen		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Kallioperän suolaiset fluidit, kaasut ja mikrobit (SALAMI)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Saline fluids, gases and microbes in crystalline bedrock (SALAMI)		
Tutkimuslaitos Geologian tutkimuskeskus	Vastuuhenkilö Lasse Ahonen	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? 3.2.4 Muut turvallisuustutkimukset; biosfääritutkimukset loppusijoituksen turvallisuuden kannalta		
Tutkimusjatkumo KYT2010 (KABIO 2008-2010); KYT2014 (SALAMI 2011,2012,2013)		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT /Biotekniikka, Aalto-yliopisto /Bioinformatiikka	Ulkomaiset organisaatiot GFZ Potsdam, U. Waterloo, U. Toronto, ICDP (International Continental Scientific Drilling Program), DCO (Deep carbon observatory),	Muut tutkimusohjelmat, tms. KYT /BOA, LS-TUPER
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tutkitaan turvallisuusperustelun tarpeisiin kallioperän ilmiökokonaisuutta, jolla saattaa olla huomattavaakin merkitystä geologisen loppusijoituksen teknisten esteiden toiminnalle tai radionuklidien kulkeutumiselle kallioperässä.		
Tuloskategoria Kokeellinen ja teoreettinen tutkimus	Julkaisujen lukumäärä 2-3	Opinnäytetöiden lukumäärä 2
Tutkimuksen tavoite Selvittää suolaisissa vesissä esiintyvien kaasujen ja mikrobien mahdollisia keskinäisiä riippuvuus- ja vuorovaikutussuhteita. Tutkia kalliopohjavesien kaasujen ja suolaisuuden syntyä, kehitystä, viipymäikää ja turvallisuusmerkitystä. Kouluttaa asiantuntijoita ydinjätteen loppusijoituksen geotieteellisiin kysymyksiin.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Näytteenottometodiikka: Testataan ja kehitetään omaa kaasu/mikrobi-näytteenottolaitteistoa, käytetään diversiteettitutkimuksissa. Kehitetään edelleen kaivosnäytteenoton menetelmiä. Veden viipymä- ja alkuperätutkimus: Artikkelijalokaasuisotoopeista ja veden viipymäistä valmistumassa. Lisätutkimusta suunnitteilla. Diversiteettikartoitus: Näytteenottoa (2 kertaa) tehty Pyhäsalmen kaivoksella, lisätutkimusta myös jossain uudessa kohteessa (mahd. Satakunnan hiekkakivi) Energiatarkastelut: Kaasufaasin käyttökelpoinen energiasisältö on vähäinen hapettomissa oloissa, ensisijaisesti keskitytään veden radiolyttisen hajoamisen mahdollisiin havaintomenetelmiin. Syväbiosfääri ja kaasut turvallisuusperustelun kannalta: Aineiston analyysi, tulkinta ja geokemiallisten ilmiöiden prosessimallinnus.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt (2013) Kietäväinen R., Ahonen L., Kukkonen I.T., Hendriksson N., Nyyssönen M. & Itävaara M., 2013. Characterisation and isotopic evolution of saline waters of the Outokumpu Deep Drill Hole, Finland – Implications for water origin and deep terrestrial biosphere. Applied Geochemistry 32, 37-51.		

Nyyssönen M., Hultman J., Ahonen L., Kukkonen I., Paulin L., Laine P., Itävaara M. & Auvinen P., 2013. Taxonomically and functionally diverse microbial communities in deep crystalline rocks of the Fennoscandian shield. *ISME Journal*, doi: 10.1038/ismej.2013.125.

Purkamo L., Bomberg M., Nyyssönen M., Kukkonen I., Ahonen L., Kietäväinen R. & Itävaara M., 2013. Dissecting the deep biosphere: retrieving authentic microbial communities from packer-isolated deep crystalline bedrock fracture zones. *FEMS Microbiology Ecology* 85, 324-337.

Heikkinen Nina. Pro Gradu

Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.)

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Syvien kalliopohjavesien mikrobiologinen kartoitus (Geomikro)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Characterization of deep groundwater microbial communities		
Tutkimuslaitos VTT	Vastuuhenkilö Merja Itävaara	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Jatkoa KYT2010, GEOMOL; jatkohanketta suunnitellaan		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot GTK, Aalto yliopisto, Posiva	Ulkomaiset organisaatiot DCO (Deep carbon observatory)	Muut tutkimusohjelmat, tms. GTK: Salami Aalto yliopisto: GEOBIOINFO
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Paremmat biogeokemiallisten prosessien ymmärtämisen pohjalta voidaan luotettavammin arvioida mikrobiologisia riskejä, jotka liittyvät ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuuteen. Tutkimuksessa kehitettyä osaamista ja tietämystä on hyödynnetty luottamuksellisissa teollisuuden toimeksiannoissa, joissa on karakterisoitu loppusijoitusalueen mikrobilajistoja.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma)	Julkaisujen lukumäärä 2 artikkelia, 2 konferenssiesitystä	Opinnäytetöiden lukumäärä 0
Tutkimuksen tavoite Tutkia syvien kalliopohjavesien mikrobilajistojen esiintymistä, ominaisuuksia ja toimintaa. Syvänäytteenottomenetelmien ja molekyylibiologisten menetelmien soveltaminen ja kehittäminen tukemaan biogeokemiallisten prosessien tuntemusta ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuustutkimuksessa.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Projektin viimeisen vuoden aikana pyritään vetämään yhteen koko ohjelman aikana saatuja tuloksia ja arvioimaan tuloksia ydinjätteiden loppusijoituksen näkökulmasta. Geobiokemiallisten prosessien arvioiminen molekyylibiologisten menetelmien avulla on eräs keskeinen tavoite. Näytteenottoja tehdään vielä Pyhäsalmen kaivoksessa yhteistyössä GTK:n kanssa. Uusien kairauksen alla olevien kairareikävesien kartoitus vaatii näytteenoton kehittämistä pienen mikrobiitiheyden vuoksi. Myös edellisenä vuonna otettujen näytteiden analysointia ja jalostamista jatketaan yhteenvedoa varten.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Kahden jatko-opiskelijan opinnäytetyöt ja yhden post docin työ liittyvät projektiin.		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) KYT seminaarit, VTT:llä järjestettävä syväbiosfääriseminaari		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Syvän kallioperän bioinformatiikka (GEOBIOINFO)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Deep bedrock bioinformatics		
Tutkimuslaitos Aalto-yliopisto	Vastuhenkilö Prof. Juho Rousu	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) 3.2.4 Muut turvallisuustutkimukset; biosfääritutkimukset loppusijoituksen turvallisuuden kannalta		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Hanke on jatkoa 2011 alkaneelle GEOBIOINFO-hankkeelle		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot VTT, GTK	Ulkomaiset organisaatiot Deep carbon observatory (DCO) ja ICDP International Continental Scientific drilling program (ICDP)	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Projektin tuloksena saadaan bioinformatiikan menetelmiä ja työkaluja, joilla voidaan selvittää syvän kallioperän mikrobiyhteisöjen toiminnan vaikutuksia ydinjätteen loppusijoittamisen turvallisuuteen.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) Tietokoneohjelma, laskennallinen menetelmä	Julkaisujen lukumäärä 3	Opinnäytetöiden lukumäärä 2
Tutkimuksen tavoite GEOBIOINFO-hankkeen tavoitteena on kehittää bioinformatiikan menetelmiä ja työkaluja syvien kalliopohjaviesien mikrobipopulaatioiden aineenvaihduntareittien karakterisoimiseksi.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Vuoden 2014 tavoitteissa pääpaino on data-analyysitulosten biologisen merkityksen analysoinnissa yhteistyössä GEOMIKRO-hankkeen ja SALAMI-hankkeen tutkijoiden kanssa. Työ jakaantuu seuraaviin osatehtäviin : <ul style="list-style-type: none"> - Mikrobilajistojen ja geokemian välisten assosiaatioiden analysointi eri kairarei'issä käyttäen kanonista korrelaatioanalyysiä. - Analysoidaan mikrobilajien jakautumista eri aineenvaihduntareiteille, erityisesti keskittyen GEOMIKRO- ja SALAMI-hankkeiden tutkijoiden kanssa valikoituihin aineenvaihduntareitteihin. 		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Valmisteilla on kaksi opinnäytetyötä (Nicole Althermeler ja Viivi Uurtio), jotka molemmat valmistuvat viimeistään keväällä 2014. Valmisteilla on kolme lehtijulkaisua, joista yksi parhaillaan arvioitavana.		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.)		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Mikrobiologisen korroosion riskit Suomen loppusijoitusolosuhteissa (REMIC)		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Risks of microbiologically influenced corrosion in the Finnish nuclear waste repository		
Tutkimuslaitos VTT	Vastuuhenkilö Leena Carpén	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Hanke on suunniteltu 4-vuotiseksi ja tutkimustyö on alkanut vuonna 2011.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot	Ulkomaiset organisaatiot	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa purkujättemetallien mahdollisesta mikrobiologisesta korroosiosta johtuvaa radioaktiivisten aineiden vapautumista		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) Kokeellinen menetelmä	Julkaisujen lukumäärä 3-4 kansainvälistä julkaisua ja julkinen vuosiraportti	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite Hankkeen tavoitteena on arvioida kokeellisten laboratorio- ja kenttäkokeiden avulla biofilmiä muodostumista ja mikrobiologisen korroosion riskiä metallisille materiaaleille (purkujättemetallit) Suomen loppusijoitusolosuhteissa.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain 1) Määrittää laboratorio- ja kenttäkokeiden avulla mikrobiologisen toiminnan vaikutus purkujättemetallien (hiilliteräs ja ruostumaton teräs) korroosionopeuteen ja korroosiomekanismeihin Suomen loppusijoitusolosuhteissa. <i>Tuloksena saadaan luotettavampi arvio Suomen loppusijoitusolosuhteissa tapahtuvasta eri materiaalien korroosionmekanismeista ja –nopeuksista mikrobiologinen vaikutus mukaan lukien. Saadaan uusia tuloksia ruostumattoman teräksen mikrobiologisesta korroosiosta Suomen loppusijoitusolosuhteissa</i> 2) Tutkia metallipinnoille laboratorio- ja kenttäolosuhteissa muodostuvan biofilmin ominaisuuksia ja rakennetta. <i>Tuloksena saadaan tietoja bakteerilajistosta sekä esim. sulfidin muodostumisesta biofilmissä ja voidaan verifioida laboratoriokokeiden tuloksia.</i>		
Julkaisut ja opinnäytetyöt 3-4 kansainvälistä julkaisua ja yksi opinnäytetyö (julkaisuja käytetään osana väitöskirjaa), julkinen vuosiraportti		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Osallistuminen kansainvälisiin konferensseihin (NACE Corrosion, International Symposium on Scientific Basis for Nuclear Waste Management tms.), KYT vuosiseminaarit. Lisäksi VLJ-luolassa tehtävistä kenttäkokeista raportoidaan vuosittain TVO:lle.		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Mikrobilajistot Olkiluodon kaasun kehityskokeessa		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Microbial diversity in Olkiluoto gas generation experiment		
Tutkimuslaitos VTT	Vastuhenkilö Merja Itävaara	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Kaasunkehityskoe on ollut käynnissä vuodesta 1997 lähtien. Mikrobiologisia tutkimuksia on tehty pienimuotoisesti tilaustyönä TVO:lle. Hankkeelle suunnitellaan jatkoa.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot -	Ulkomaiset organisaatiot IGD TP verkosto	Muut tutkimusohjelmat, tms.
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Mikrobiyhteisöillä ja niiden toiminnalla voi olla ratkaiseva vaikutus jätteiden turvalliselle pitkäaikaiselle loppusijoitukselle. Mikrobiologiset riskit liittyvät jätemateriaalien hajoamiseen, kaasun muodostumiseen ja radionuklidien kulkeutumiseen. Hankkeen tuloksena saadaan uutta tietoa, jota voidaan hyödyntää turvallisuustutkimuksessa, huoltojätteen varastointia suunniteltaessa sekä mallinnuksessa.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) kokeellinen laboratoriotyö	Julkaisujen lukumäärä 1-2	Opinnäytetöiden lukumäärä -
Tutkimuksen tavoite Tutkimuksen tavoitteena on saada tietoa huoltojätteen hajoamiseen liittyvistä mikrobiologista riskeistä.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Olkiluodon VLJ-luolan louhintatunnelissa on ollut vuodesta 1997 lähtien käynnissä kaasunkehityskoe, jonka tavoitteena oli tarkentaa loppusijoitetussa huoltojätteessä luolan sulkemisen jälkeen muodostuvan kaasun määrääarviota ja tutkia mikrobiologista hajoamista loppusijoitusolosuhteissa. Projektin tavoitteena on selvittää huoltojätteen hajoamisaste ja hajoamisen vaihe kaasunkehityskokeessa käyttäen hyväksi saatavilla olevaa analyysitietoa. Tämän lisäksi tavoitteena on karakterisoida mikrobiyhteisöjä ja identifioida huoltojätteen hajottamiseen osallistuvia mikrobiryhmiä.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Suunnitteilla 1-2 julkaisua, jotka kirjoitetaan 2013-2014 aikana.		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Konferensseihin osallistuminen ja kokoukset Posivan, TVO:n ja Safram Oy:n edustajien kanssa.		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Durability of engineered concrete barriers under final disposal conditions		
Tutkimuslaitos Aalto-yliopisto ja VTT	Vastuuhenkilö Jari Puttonen, Aalto-yliopisto Eila Lehmus, VTT	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus - Muut turvallisuustutkimukset		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Hanke on jatkoa tutkimukselle: "Kokonaismalli teräsbetonirakenteen ikääntymiselle voimalaitosjätteen loppusijoituksessa".		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Teollisuuden Voima Oy ja Fortum Power and Heat Oy	Ulkomaiset organisaatiot AECL, Kanada	Muut tutkimusohjelmat, tms. Safir 2014
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Ensisijaisia tulosten hyödyntäjiä ovat loppusijoituksesta vastaavat yhtiöt. Malli kehitetään erikoisesti Suomen ydinvoimaloissa tuotetun matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustilojen käyttöä hallintaan. Tulokset ovat sovellettavissa myös yleisesti ydinvoimaan liittyvien teräsbetoni-rakenteiden käyttöä hallintaan ja lisäksi hyödyntämismahdollisuudet kattavat koko rakennus-tekniikan alueen.		
Tuloskategoria Malli, kokeellinen menetelmä	Julkaisujen lukumäärä 1-2	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite Tutkimuksessa kehitetään kokeellisesti varmennettu osin termodynaaminen tunkeumamalli ja sen numeerinen sovellus teräsbetonirakenteen ikääntymiselle voimalaitosjätteen loppusijoitus-olosuhteissa. Tutkimuksessa myös määritetään liuosrasituksessa olleiden betoneiden kunto ja selvitetään tulosten perusteella betonin turmeltumismekanismia loppusijoitusolosuhteissa.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain		
Osaprojekti 1 Loppusijoitustilojen betonirakenteiden karbonatisoituminen <ul style="list-style-type: none"> tarkastellaan loppusijoitustilojen betonirakenteiden karbonatisoitumisen vaikutusta koko rakenteen käyttöikään Kloridipitoisuuden määrittäminen raudoitteiden korroosion suhteen <ul style="list-style-type: none"> määritetään kriittinen kloridipitoisuus raudoitteiden korroosion käynnistymiseen loppusijoitusolosuhteissa Kokonaismalli <ul style="list-style-type: none"> Simuloidaan päivitetyllä kokonaismallilla betonirakenteiden ikääntyminen sovelluskohtaisesti loppusijoitustiloissa niiden koko käyttöä aikana. 		
Osaprojekti 2 Betonien koostumus ja rakenne <ul style="list-style-type: none"> dokumentoidaan betonien nykyinen tila ja esitetään arvio niiden tulevasta käyttäytymisestä Koetulosten tulkinta <ul style="list-style-type: none"> tulkitaan betonien tilasta saadut tulokset ja arvioidaan mallien perusteella aineiden tunkeutumisen eteneminen ajan funktiona 		
Julkaisut ja opinnäytetyöt Tavoitteena Olli-Pekka Karin väitöskirja (joko artikkelityyppinen tai monografia riippuen lehti-artikkelien julkaisunopeudesta) sekä vähintään yksi tieteellinen artikkeli kansainvälisessä julkaisussa		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.)		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi Ydinjätteen riskien arviointiin soveltuvan radioekologisen mallintamisen kehittäminen empiirisen aineiston valossa		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Use of empirical data to improve radioecological modelling applied to risk assessment of radioactive waste		
Tutkimuslaitos Ympäristötieteen laitos, Itä-Suomen yliopisto/ Kuopion kampus	Vastuuhenkilö Jukka Juutilainen	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus: Muut turvallisuustutkimukset		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Helmikuussa 2011 alkanut hanke on jatkoa työryhmän aiemmalle KYT2010-ohjelman hankkeelle. Tämän hankkeen suunnitellaan jatkuvan tammikuuhun 2015 saakka.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot	Ulkomaiset organisaatiot	Muut tutkimusohjelmat, tms. ERAC
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen turvallisuusanalyysiin liittyvässä biosfäärimallinnuksessa tarvitaan tietoa radionuklidien siirtymisestä maaperästä kasvillisuuteen ja ravintoketjuun. Suomalaisiin ympäristöolosuhteisiin sovellettu tieto parantaa mallinnuksen luotettavuutta.		
Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) Kokeellinen menetelmä	Julkaisujen lukumäärä 2	Opinnäytetöiden lukumäärä 1
Tutkimuksen tavoite Hankkeen yleisenä tavoitteena on empiirisen tiedon valossa tarkentaa suomalaiseen metsäekosysteemiin soveltuvaa radioekologista mallintamista ja sen käyttöä loppusijoituksen mahdollisten riskien arviointiin. Erityinen huomio keskittyy alkuaineiden siirtymiseen maaperästä kasveihin ja eläimiin.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Osaprojekti 1: Siirtymisen epälineaarisuuden vaikutus biosfäärimallinnukseen <ul style="list-style-type: none"> tutkitaan kuinka paljon radionuklidien siirtymisen epälineaarisuuden huomioon ottaminen vaikuttaa radioekologisten mallien tuloksiin ja niiden tarkkuuteen, tarkastellaan valittujen alkuaineiden (U, Co, Mo, Ni, Pb, Zn) siirtymistä sekä kasveihin että eläimiin tarkastellaan siirtymismallia, joka voisi yksinkertaistaa radionuklidien siirtymisen mallintamista, ja tutkitaan voidaanko tällä lähestymistavalla parantaa mallien ennustuksen tarkkuutta tulokset dokumentoidaan Osaprojekti 2: Kokeellinen ekosysteemi alkuaineiden siirtymisen simulointiin <ul style="list-style-type: none"> analysoidaan vuonna 2013 kerätty aineisto, jossa selvitetään miten maaperän ravinnetilanteen (typpipitoisuuden) muutos vaikuttaa alkuaineiden siirtymiseen ravintoketjussa pohjoisessa ekosysteemissä analysoidaan myös vuonna 2013 kerätty aineisto, jossa selvitetään, missä ajassa kertyneet alkuainepitoisuudet saavuttavat tasapainotilan kotilossa dokumentoidaan tulokset Tutkijankoulutus: <ul style="list-style-type: none"> Tiina Tuovisen väitöskirjatyön eteneminen 		
Julkaisut ja opinnäytetyöt <u>Tieteelliset artikkelit (odotettavissa vuonna 2014):</u>		

- Tuovinen T ym. Artikkel, jossa tarkastellaan kuinka paljon lineaarisen siirtokertoimen vaihtaminen epälineaarisen siirtymismalliin vaikuttaa radioekologisten mallien antamiin ennusteisiin.
- Tuovinen T ym. Artikkel, jossa tarkastellaan siirtymistä maaperästä kasveihin ja eläimiin kokeellisissa systeemeissä.

Opinnäytetyöt:

Hankkeessa tekee pro gradu-työtään Toni Savolainen

Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.)

Tuloksia raportoidaan mahdollisuuksien mukaan kansainvälisessä tieteellisessä kokouksessa (esimerkiksi ICRER 2014, Espanja)

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenvedo 2014

Tutkimushankkeen nimi KARMO – Kallion rakopintojen mekaaniset ominaisuudet		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi KARMO – Mechanical Properties of Rock Joints		
Tutkimuslaitos Aalto-yliopisto	Vastuuhenkilö Mikael Rinne	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Tutkimushanke valmistele koordinoitua hanketta KYT2018-hakuun		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Aalto-yliopisto	Ulkomaiset organisaatiot University of Alberta	Muut tutkimusohjelmat LADIMO
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Kapselipaikkaa voidaan joutua siirtämään tai kapselipaikka voidaan joutua hylkäämään jos sen lävistää rako, jonka ominaisuuksia ei tunneta. Tämä voi johtaa varastoalueen koon kasvamiseen. KARMO tuottaa tietoja, joiden avulla voidaan tunnistaa stabiilit raot ja päästä pienempään varastokokoon tai sijoittaa suunnitellulle varastoalueelle enemmän kapselleita.		
Tuloskategoria - Rakojen replikanäytekoesarja - Parametrit rakojen numeerista mallinnusta varten	Julkaisujen lukumäärä - 1 tieteellinen julkaisu - 2 opinnäytetyötä - 1 raportti	Opinnäytetöiden lukumäärä - 1 artikkeli (osa väitöskirjaa) - 1 diplomityö - 1 kandidaatintyö
Tutkimuksen tavoite KARMO:n tavoitteena on tuottaa rakomekaanisen tietokonemallinnuksen tarvitsemat parametrit ja selvittää mittakaavan, pintakarkeuden (asperiteetin) sekä geometrian vaikutus parametreihin.		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain <i>1 Rakogeometrian jäljentäminen 3D-teknologialla:</i> Työ luo valmiuksia tulevalle diplomityölle ja kohtaa tutkimushaasteet etupainotteisesti. Tuloksena syntyy kandityö, joka parantaa valmiuksia osaprojektien 2 ja 3 suorittamiselle. <i>2 Rakopintojen rasialeikkauskokeet ja tulosten analysointi:</i> Tämä osaprojekti on tuottaa replikasarjan avulla uusia tutkimustuloksia mittakaavavaikutusten, geometrian ja asperiteetin (pintakarkeuden) arviointia varten. Tuloksina saadaan rakomekaanisen tietokonemallinnuksen tarvitsemat parametrit. <i>3 Mittakaavavaikutusten, geometrian ja asperiteetin arviointi:</i> Tavoitteena on kehittää menetelmä laboratoriomittakaavan tulosten hyödyntämiseen tunnelimittakaavan rakojen mallinnuksessa. Tutkimustulokset raportoidaan tieteellisenä julkaisuna ja osana loppuraporttia. <i>Koko tutkimushanke KARMO</i> raportoidaan väliraporttina sekä loppuraporttina, joissa työ pyritään esittämään helposti ymmärrettävässä muodossa ja tulokset suoraan hyödynnettävässä muodossa.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt <i>KARMO - Kallion rakopintojen mekaaniset ominaisuudet</i> , loppuraportti <i>Influence of scale, geometry and asperity on mechanical properties of rock joints</i> , journal-artikkeli <i>3D-tekniikalla jäljennettyjen rakopintojen mekaanisten ominaisuuksien määrittäminen rasialeikkauskokeella</i> , diplomityö <i>Rakogeometrian jäljentäminen 3D-teknologialla</i> , kandityö		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) KYT-seminaareihin osallistuminen, Aallon ja yhteistyökumppanien tiedotuskanavat sekä KARMO-tutkimushankkeen verkkosivu, jossa julkaisut ovat vapaasti kaikkien ladattavissa.		

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)
Hakuyhteenveto 2014

Tutkimushankkeen nimi Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen sijoituksen kansainväliset sosio-tekniset ja turvallisuus haasteet – Suomi ja EU – FINSOTEC 2012-2014		
Tutkimushankkeen nimi englanniksi International Socio-Technical and Safety Challenges for Implementing Geological Disposal of Spent Nuclear Fuel – Finland and EU – FInSOTEC -2012-2014		
Tutkimuslaitos Jyväskylän yliopisto, Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos	Vastuuhenkilö Tapio Litmanen	
Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu? (ks. puiteohjelma, Kuva 2) 3.2. Y.j. turvallisuustutkimukset, 3.3. Ydinjäte. Liittyvä yhteiskuntat. tutkimus		
Tutkimusjatkumo (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Hanke jatkaa Jyväskylän ja Tampereen yliopistojen vuosien 2012 ja 2013 KYT2014-tutkimusta. Pohjia KYT-hankkeeseen ja EU-hankkeeseen nimeltä InSOTEC (13 partneria) luotiin edellisen KYT2010-ohjelmakauden aikana. Vuoden 2012 ja 2013 täydentävä KYT-rahoitus InSOTEC-hankkeen rinnalle mahdollisesti kokonaisvaltaisen osallistumisen EU-hankkeeseen. Vuoden 2014 projekteissa palvellaan enemmän kotimaista tilannetta Suomen ydinjätehuollon kehittämisessä, koska tärkeimmät tutkimukselliset kontribuutiot EU-projektille tulevat tehtyä vuonna 2013 ja rahoitus siltä osin loppuu. EU-projektin rahoituksen päättyessä, haetaan vuodelle 2014 kattavampaa KYT-rahoitusta. Mika Kari valmistelee väitöskirjaa KYT2010 tutkimusprojektimme tutkimusaineistosta. Matti Kojon väitöskirjassa on artikkeleita, joissa tuota aiempaa KYT2010 aineistoamme on hyödynnetty. Vuotta 2014 koskeva tutkimussuunnitelma sisältää avauksia, joita on tarkoitus jatkaa seuraavalla KYT-ohjelmakaudella.		
Yhteistyökumppanit		
Kotimaiset organisaatiot Tampereen yliopisto	Ulkomaiset organisaatiot 13 EU-tutkimuspartneria (yliopistoja ja yksi kansalaisjärjestö)	Muut tutkimusohjelmat, tms. EU's 7 th Framework Programme (Theme: Fission-2010-1.1.2; Research activities in support of implementation of geological disposal)
Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen? Posivan vuoden 2012 lopussa jättämä rakentamislupahakemus on arvioitavana ja hallinnollis-poliittisessa käsittelyssä. Vastaava vaihe on menossa myös Ruotsissa. Tutkimusprojektin tulokset auttavat ydinjätehuollon keskeisiä toimijoita arvioimaan kansallisen valmistelu-, lupa- ja päätöksetekoprosessien vahvuuksia ja heikkouksia suhteessa vertailukelpoiseen naapurimaahan. Julkisen keskustelun erittely tarjoaa myös mahdollisuuden molempien maiden yhteiskunnallisen keskustelun vilkkauksen arviointiin. Jatkossa on tarkoitus edetä media-aineiston pohjalta syvällisempään eettisten argumenttien, oikeuttamis- ja vetoamistapojen vertailemiseen.		

Tuloskategoria (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma)	Julkaisujen lukumäärä 1 kansainvälinen tiedeartikkeli vertaisarviointiin 1 kansainvälisen tiedeartikkelin käsikirjoitus Media-aineiston alustava kvantitatiivinen analyysi (esim. Powerpoint esityksen muodossa)	Opinnäytetöiden lukumäärä
Tutkimuksen tavoite		
Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain Tavoitteena on 1) vertailla ydinjätehuollon regiimejä Suomessa ja Ruotsissa tarkastelemalla institutionaalista kehystä ja eri toimijoiden roolia lupaprosessissa, 2) kerätä aineisto Suomen ja Ruotsin mediassa käydystä julkisesta keskustelusta rakentamislupaprosessista ja 3) saattaa päätökseen FInSOTEC-projektin vuosien 2012-2014 aikana tehty tutkimus.		
Julkaisut ja opinnäytetyöt 2 kansainvälistä artikkelikäsikirjoitusta 1 Alustava aineistoanalyysi (esim. pp-esityksen muodossa) Mika Karin väitöskirjan käsikirjoitus		
Muu tutkimuksista tiedottaminen (esim. seminaari, tiedote, tms.) Uusien julkaisujen ilmestyttyä tiedottaminen Jyväskylän yliopiston viestinnän avustuksella tiedotusvälineille. EU-projektin yhteiset tiedottamishankkeet relevanteille eri osapuolille.		

Liite 2 KYT2014 organisaatio 2014

KYT2014 Johtoryhmä

Jäsen (varajäsen)	Organisaatio	Tehtävä
Kaisa-Leena Hutri (Risto Paltemaa)	STUK	pj.
Mikko Paunio	STM	
Miliza Malmelin (Magnus Nyström)	YM	
Sami Hautakangas (Maiju Paunonen)	Fortum	
Marjut Vähänen (Juhani Vira)	Posiva	
Veijo Ryhänen (Liisa Heikinheimo)	TVO	
Jaana Avolahti (Jorma Aurela)	TEM	varapj.
Mia Ylä-Mella (Hanna Virlander)	Fennovoima	asiantuntija

KYT2014 Tukiryhmä I: Puskuri, täyteaineet ja kapseli

Jäsen	Organisaatio	Tehtävä
Marko Alenius	STUK	pj.
Rainer Laaksonen	STUK	varapj.
Jaakko Leino	STUK	
Ari Luukkonen	STUK	
Tuulikki Sillanpää	STUK	
Pasi Kelokaski	Fortum	
Seppo Kasa	Posiva	
Kari Koskinen	Posiva	
Nina Paaso	TVO	

KYT2014 Tukiryhmä II: Turvallisuuden arviointi ja innovaatiot

Jäsen	Organisaatio	Tehtävä
Kai Hämäläinen	STUK	
Arto Isolankila	STUK	
Petri Jussila	STUK	pj.
Jarmo Lehikoinen	STUK	
Paula Ruotsalainen	STUK	
Tapani Eurajoki	Fortum	
Anne Lehtinen	Posiva	
Marja Vuorio	Posiva	
Pekka Viitanen	TVO	

KYT2014 Tukiryhmä III: Yhteiskunta ja ihminen

Jäsen	Organisaatio	Tehtävä
Jaana Avolahti	TEM	pj.
Juhani Tirkkonen	TEM	
Risto Isaksson	STUK	
Timo Seppälä	Posiva	
Tiina Tigerstedt	Fennovoima	asiantuntija
Juha Poikola	TVO	
Miliza Malmelin	YM	
Peter Tuominen	Fortum	

Koordinaattori Kari Rasilainen (VTT) toimii johtoryhmän sihteerinä. Tarkempi kuvaus organisaation osien työnjaosta on toimintaohjeessa (<http://kyt2014.vtt.fi/>).

Liite 3 KYT2014 hankeseuranta 2014

KYT2014-ohjelmassa tutkimushankkeiden edistymisen seuranta ja tieteellinen ohjaus on tukiryhmien vastuulla. Kullekin tukiryhmälle on asetettu seurattavat hankkeet sen tieteellisen kokemuksen ja asiantuntemuksen perusteella. Seurattavat hankkeet kuuluvat niihin, joiden hanke-esitykset kyseinen tukiryhmä arvioi vuoden 2014 hankehaun yhteydessä. Käytännön seurantatyö tapahtuu muun muassa erityisissä seurantakokouksissa ja näitä kokouksia varten tukiryhmät I ja II ovat v. 2014 jakaneet rahoitusta saaneet tutkimushankkeet aihepiireittäin seuraaviin seurantaryhmiin.

Tukiryhmä I Puskuri, täyteaine ja kapseli (Marko Alenius)

1. Koordinoitu hankekokonaisuus Bentoniittipuskuri (BOA)
 - Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA); **Markus Olin, VTT**
 - Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA); Kai Hiltunen, Numerola Oy
 - Bentoniitin ominaisuuksien arviointi: mineralogiset tutkimukset GTK:ssa (BOA/GTK); Mia Tiljander, GTK
 - Bentoniitin fenomenologinen THM-mallinnus (BOA-konsortion osahanke); Markku Kataja, JYFL
 - Bentoniittipuskurin ominaisuuksien arviointi (BOA); Ritva Serimaa, HYFL
 - Kolloidien vaikutus radionuklidien kulkeutumiseen (KOLORA); Pirkko Hölttä, HYRL
 - Bentoniitin ja täyteaineiden lohkopintojen mekaaninen käyttäytyminen leikkausrasituksessa; Leena Korkiala-Tanttu, Aalto
2. Koordinoitu hankekokonaisuus Kapseli (L-TICO)
 - Hitsatun kuparivaipan pitkäaikaiskestävyys (MICO); **Juhani Rantala, VTT**
 - Kuparisen ydinjätekapselin mekaaniset ominaisuudet; Hannu Hänninen, Aalto
 - Mikrobiologisen toiminnan vaikutukset kuparikapselin eri korroosimuotoihin (MICCU); Leena Carpén, VTT
 - Kuparin korrosio hapettomassa vedessä; Jari Aromaa, Aalto
3. Betoni
 - Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojekti 1; Jari Puttonen, Aalto
 - Betonisten vapautumisesteiden säilyvyys voimalaitosjätteen loppusijoituksessa. Osaprojekti 2; Eila Lehmus, VTT
4. Kalliomekaniikka
 - KARMO – Kallion rakopintojen mekaaniset ominaisuudet, Mikael Rinne, Aalto

Tukiryhmä II Turvallisuuden arviointi ja innovaatiot (Petri Jussila)

5. Nuklidikulkeutuminen

- Kallion in situ tutkimukset; Marja Siitari-Kauppi, HYRL
- Kiven huokosrakenteen kuvantaminen nanotomografialla ja yhdistäminen matriisidiffuusiomallinnukseen; Mikko Voutilainen, JYFL
- C-14 vapautuminen loppusijoituksessa (HIILI-14); Kaija Ollila, VTT
- Radiohiilen kemialliset muodot ja sorptio kallioperässä; Jukka Lehto, HYRL

6. Mikrobiologia

- Syvien kalliopohjavesien mikrobiologinen kartoitus (GEOMIKRO); Merja Itävaara, VTT
- Kallioperän suolaiset fluidit, kaasut ja mikrobit (SALAMI); Lasse Ahonen, GTK
- Syvän kallioperän bioinformatiikka (GEOBIOINFO); Juho Rousu, Aalto
- Mikrobiologisen korroosion riskit Suomen loppusijoitusolosuhteissa; Leena Carpén, VTT
- Mikrobilajistot Olkiluodon kaasun kehityskokeessa; Merja Itävaara, VTT

7. Biosfääri

- Ydinjätteen riskien arviointiin soveltuvan radioekologisen mallintamisen kehittäminen empiirisen aineiston valossa; Jukka Juutilainen, UEF

8. Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat

- Kehittyneet polttoainekierröt - Uudet erotustekniikat; Risto Harjula, HYRL
- Kehittyneet polttoainekierröt - Laskennallinen polttoainekiertoanalyysi; Silja Häkkinen, VTT
- Ydinjätteen transmutointi ADS-reaktorissa (FLUTRA); Filip Tuomisto, Aalto

Tukiryhmä III Yhteiskunta ja ihminen (Jaana Avolahti)

9. Yhteiskuntatiede

- Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen sijoituksen kansainväliset sosio-tekniset ja turvallisuus haasteet – Suomi ja EU – FiNSOTEC 2012-2014; Tapio Litmanen, JY