

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT2014)  
Tutkimusyhteenveto 2012

<b>Tutkimushankkeen nimi</b> Loppusijoituksen turvallisuusperustelu (LS-TUPER)		
<b>Tutkimushankkeen nimi englanniksi</b> Safety case for final disposal		
<b>Tutkimuslaitos</b> Teknologian tutkimuskeskus VTT (koko hankkeen koordinaattori)	<b>Vastuhenkilö</b> Markus Olin	
<b>Mihin KYT-painopistealueeseen hanke kuuluu?</b> (ks. puiteohjelma, Kuva 2) Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus; Turvallisuusperustelu		
<b>Tutkimusjatkumo</b> (onko hanke jatkoa aiemmalle tutkimukselle, suunnitellaanko jatkoa?) Nelivuotiseksi kaavailun koordinoitun hankkeen toinen vuosi		
<b>Yhteistyökumppanit</b>		
<b>Kotimaiset organisaatiot</b> VTT, Helsingin yliopisto, Geologian tutkimuskeskus ja Ludus Mundi Oy	<b>Ulkomaiset organisaatiot</b>	<b>Muut tutkimusohjelmat, tms.</b> KYT2014: BOA (koordinoitu hanke); Sulfidin aiheuttama kuparin haurastuminen; HIILI-14
<b>Miten tuloksien soveltaminen konkreettisesti liittyy Suomen ydinjätehuollon toteuttamiseen?</b>  Koordinoitussa hankkeessa VTT:n, HYRL:n, GTK:n ja Ludus Mundi Oy:n kesken käynnistetään työ, joka tähtää kokonaisvaltaisen turvallisuusperustelun laatimiseen KBS-3-tyyppiselle loppusijoitusratkaisulle omakohtaisen työn kautta. KYT-ohjelmassa asetettujen tavoitteiden mukaisesti hankkeessa opitaan tuntemaan turvallisuusperustelun skenaarioihin perustuva ajattelutapa ja skenaarioiden koostaminen, tiedon hankinnan ja yleistämisen menetelmät, vaihtoehtoisten käsitteellisten mallien ja tulkintojen muodostaminen, analyysien käytännön suorittaminen erilaisilla laskentamalleilla sekä tulosten luotettavuuden ja epävarmuuksien arviointimenetelmät.		
<b>Tuloskategoria</b> (esim. kokeellinen menetelmä, tietokoneohjelma) Asiantuntemuksen kehittäminen; tietokoneohjelma	<b>Julkaisujen lukumäärä</b> Tiivistelmä mallinkehitystyöstä kansainväliseen kokoukseen; työraportteja organisaatioiden julkaisusarjoissa ja KYT-ohjelman kotisivulla	<b>Opinnäytetöiden lukumäärä</b> Erikoistyö, Karita Kajanto Diplomityön aloitus, Karita Kajanto
<b>Tutkimuksen tavoite</b> Hanke vastaa tarpeeseen tuottaa Suomeen uusia asiantuntijoita turvallisuusperustelun laatimis- ja arviointityön tarpeisiin sekä kehittää uusia tarkastelutapoja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arviointiin.  Hankkeen tulokset ovat hyödynnettävissä viranomaisarvioinnin tukena. Ne myös selkiyttävät turvallisuusperustelun käsitettä aiempaa laajemmille piireille. Lisäksi helppokäyttöisen ja edullisen laskennallisen turvallisuusanalyysimallin kehittämisen kautta analyysivalmiudet tulevat entistä helpommin kaikkien ulottuville.		
<b>Sisällölliset tavoitteet ja tulokset osaprojekteittain</b> Hanke koostuu koordinoitiosasta sekä kahdeksasta osaprojektista, joiden sisällölliset kuvaukset esitetään seuraavassa:  1. <u>Koordinointi</u> Osaprojektissa suunnitellaan ja toteutetaan projektin sisällöllinen ja kotimainen yhteistyö. Siinä kehitetään luontevat työskentelytavat, joilla tiedonvaihto ja hankkeen tulosten integrointi toteutuu tavoitteen kannalta toivotulla tavalla. Osaprojektissa ylläpidetään 2011 laadittua vaiheistettua tutkimussuunnitelmaa jatkotyön suuntaamiseksi.		

## 2. Turvallisuusperustelun metodiikka ja esitystavat

Osaprojektissa perehdytään viimeisimpiin turvallisuusperusteluaihetta käsitteleviin aineistoihin, joiden pohjalta muodostetaan käsitys turvallisuusperustelun laatimisen periaatteista, ajattelutavoista ja rajoituksista.

## 3. Vaihtoehtoiset käsitteelliset mallit ja tulkinat

Osaprojektissa opitaan muodostamaan vaihtoehtoisia käsitteellisiä malleja ja tulkintoja käytetyn polttoaineen, loppusijoituskapselin, puskurin ja täyteaineen, ja kallioperän sekä niiden välisten rajapintojen käyttäytymiselle. Apuna tässä työssä toimivat FEP-tietokannat. Mielenkiintoa voidaan kohdistaa erityisesti malleihin ja tulkintoihin, jotka edustavat vallitsevasta näkemyksestä merkittävästi poikkeavaa vaihtoehtoa.

## 4. Skenaarioiden koostaminen

Osaprojektissa opitaan koostamaan skenaariot järjestelmällisesti FEP:eistä sekä esittämään niiden yhteys turvallisuustoimintoihin ja niihin liittyviin toimintakykytavoitteisiin selkeästi. Erityistä painoarvoa laitetaan yhteisvaikutusten huomioon ottamiselle. Osaprojektissa perehdytään vaihtoehtoisiin tapoihin koostaa skenaarioita, minkä pohjalta päädytään hankkeen kannalta tarkoituksenmukaisimpaan tapaan koostaa skenaariot. Tässä työssä omakohtaisen työn merkitys on oleellisen tärkeä.

## 5. Laskennallisen analyysimallin kehittäminen

Osaprojektissa laaditaan modulaarinen, helppokäyttöinen ja ilmainen laskennallinen malli turvallisuuden arviointiin. Malli toteutetaan alustariippumattoman ja avoimen Scilab-ohjelmiston työkalupakkina. Mallin soveltamiskohteet määräytyvät osaprojektin 4 mukaisesti. Tavoitteena on, että mallin ensimmäinen versio on ladattavissa vuoden 2011 loppuun mennessä KYT2014-ohjelman kotisivulta. Se sisältää tarvittavan dokumentaation verifikaatioesimerkkeineen. Tiivistelmä mallinkehitystyötä kuvailevasta artikkelista tarjotaan vuonna 2012 pidettävään ydinjäteaiheiseen kansainväliseen kokoukseen.

## 6. Epävarmuusanalyysimenetelmien kehittäminen (ei työaikaa vuonna 2011)

Osaprojektin tavoitteena on pystyä haarukoimaan loppusijoitusjärjestelmän monimutkaisuuden ja tarkasteltavien pitkien ajanjaksojen luomia epävarmuuksia matemaattisten menetelmien avulla. Työ aloitetaan vuonna 2012.

## 7. Täydentävät tarkastelut

Osaprojektissa selvitetään, miten ja minkälaisia täydentäviä tarkasteluja voidaan hyödyntää KBS-3-loppusijoituskonseptin turvallisuusperustelussa. Työn toisessa vaiheessa 2012 keskitytään hankkeen kannalta muutamiiin tärkeimpiin hyödyntämiskohteisiin.

## 8. Mentorointi

Oleellinen osa LS-TUPER:n kaltaista vahvasti koulutuspainotteista hanketta on asiantunteva työnohjaus. Mentoreiden rooli on olla aktiivisesti läsnä hankkeen etenemisessä.

## 9. Synteesi (ei työaikaa vuonna 2012)

Synteesissä esitetään, miten hankkeessa on sen eri vaiheiden kautta päädytty turvallisuusperusteluun. Osaprojektien tulosten integroimisen haasteellisuuden vuoksi synteesi aloitetaan jo vuoden 2013 jälkipuoliskolla.

## **Julkaisut ja opinnäytetyöt**

Jokaisen osaprojektin tulokset julkaistaan osallistuvien organisaatioiden työraporttina tai -raportteina KYT2014-ohjelman kotisivulla. Lisäksi tiivistelmä mallinkehitystyötä kuvailevasta artikkelista tarjotaan vuonna 2012 pidettävään ydinjäteaiheiseen kansainväliseen kokoukseen (esim. MRS Scientific Basis for

Nuclear Waste Management).

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

Turvallisuusperusteluaiheinen miniseminaari hankkeen puitteissa on mahdollinen.