

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma, KYT2014

Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2011–2014

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu
Energia ja ilmasto
68/2010



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ
ARBETS- OCH NÄRINGSMINISTERIET
MINISTRY OF EMPLOYMENT AND THE ECONOMY

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma, KYT2014

Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2011–2014

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja

Energia ja ilmasto

68/2010

Tekijät Författare Authors KYT2014-suunnitteluryhmä Puheenjohtaja Kaisa-Leena Hutri Sihteeri Kari Rasilainen	Julkaisuaika Publiceringstid Date Joulukuu 2010 Toimeksiantaja(t) Uppdragsgivare Commissioned by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy Toimielimen asettamispäivä Organets tillsättningsdatum Date of appointment 16.3.2010	
Julkaisun nimi Titel Title Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma, KYT2014 – Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2011–2014		
Tiivistelmä Referat Abstract KYT2014 on työ- ja elinkeinoministeriön tutkimusohjelma, jossa tavoitteena on varmistaa, että viranomaisten saatavilla on riittävästi ja kattavasti sellaista ydinteknistä asiantuntemusta ja muita valmiuksia, joita tarvitaan ydinjätehuollon erilaisten toteutustapojen ja menetelmien vertailuun. Ydinjätehuollon valvontavelvollisuuteen liittyvä tutkimus kuuluu viranomaisten muihin ohjelmiin. Ydinjätehuollon suunnitteluun, toteutukseen ja kehittämiseen liittyvä tutkimus kuuluu puolestaan ydinjätehuoltovelvollisten omiin tutkimusohjelmiin. Puiteohjelma on laadittu työ- ja elinkeinoministeriön nimeämän työryhmän toimesta. Puiteohjelma on laadittu vuosille 2011–2014. KYT2014-tutkimusohjelman sisältö muodostuu kansallisen osaamisen kannalta keskeisistä tutkimuskohteista, jotka ovat ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat, ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus sekä ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus. Tutkimusohjelmassa pyritään laajoihin ja koordinoituihin kokonaisuuksiin turvallisuustutkimuksissa ja erityisesti loppusijoituksen puskuri- ja täyteaineiden toimintakykyä, kapselin pitkäaikaiskestävyyttä ja turvallisuusperustelua käsittelevissä tutkimuksissa. Perinteiset yksi- ja monivuotiset hankkeet sopivat myös tutkimusohjelmaan. KYT2014-tutkimusohjelma toimii viranomaisten, ydinjätehuoltoa toteuttavien organisaatioiden ja tutkimuslaitosten välisenä keskustelu- ja tiedonvälitysohjelmina, jossa luodaan edellytyksiä rajallisten tutkimusresurssien hyödyntämiselle. Samalla pyritään varmistumaan, että tutkimushankkeisiin saadaan monipuolinen ja poikkitieteellinen tutkimusryhmä. Tutkimusohjelman tavoitteena on myös osaltaan varmistaa olennaisen kansallisen asiantuntemuksen jatkuva saatavuus, edistää tieteellistä ja korkeatasoista osaamista sekä lisätä yleistä tietämystä ydinjätehuollon alalla. TEM:n yhteyshenkilö: Energiaosasto/Jaana Avolahti, puh. 010 606 4836		
Asiasanat Nyckelord Key words ydinjätehuolto, tutkimus		
ISSN 1797-3562	ISBN 978-952-227-475-5	
Kokonaissivumäärä Sidoantal Pages 32	Kieli Språk Language Suomi, finska, Finnish	Hinta Pris Price 13 €
Julkaisija Utgivare Published by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy	Kustantaja Förläggare Sold by Edita Publishing Oy / Ab / Ltd	

Esipuhe

KYT2014 on työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma vuosille 2011-2014. KYT2014-puiteohjelma sisältää kuvauksen tutkimusohjelman toimijoista, organisoinnista sekä linjaukset ohjelmakauden tavoitteista ja tutkimuksellisesta sisällöstä, huomioiden erityisesti viranomaisten tiedontarpeen. Tutkimusohjelman johtoryhmä voi täsmentää tutkimuksen painopisteitä vuosittain.

Puiteohjelma on laadittu työ- ja elinkeinoministeriön 16.3. 2010 nimeämän suunnitteluryhmän toimesta. Suunnitteluryhmän jäsenet olivat: Kaisa-Leena Hutri (Säteilyturvakeskus, STUK), Jaana Avolahti (TEM), Sami Hautakangas (Fortum Power and Heat Oy), Liisa Heikinheimo (Teollisuuden Voima Oyj, TVO) ja Juhani Vira (Posiva Oy) sekä varajäsenenä Jorma Aurela (TEM), Risto Paltmaa (STUK), Maiju Paunonen (Fortum Nuclear Services Oy), Pekka Viitanen (TVO), Marjut Vähänen (Posiva Oy). Ryhmän sihteerinä toimi Kari Rasilainen (VTT).

Helsingissä syyskuussa 2010
Työ- ja elinkeinoministeriö
Energiaosasto

Sisältö

Esipuhe.....	5
1 Johdanto.....	9
1.1 Ydinjätehuollon toimintaympäristö.....	9
1.2 Aiempi julkinen ydinjätehuollon tutkimus.....	10
1.3 Koulutus.....	10
2 Tutkimusohjelman organisointi.....	12
2.1 Lähtökohdat ja tavoitteet.....	12
2.2 Tutkimusohjelman hallinnointi.....	13
2.3 Hankehaku ja rahoituspäätös.....	14
2.3.1 Tutkimusohjelman hanketyypit.....	15
3 Tutkimusohjelman sisällölliset tavoitteet.....	17
3.1 Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat.....	17
3.2 Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus.....	19
3.2.1 Turvallisuusperustelu.....	20
3.2.2 Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky.....	21
3.2.3 Kapselin pitkäaikaiskestävyys.....	23
3.2.4 Muut turvallisuustutkimukset.....	24
3.3 Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus.....	27
3.4 Muu rahoitettava toiminta.....	27
4 Tutkimusohjelman raportointi ja tiedonvaihto.....	28
5 Yhteistyö.....	29
Kirjallisuusviitteet	30

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.

Säteilyturvakeskuksen ydinjätehuollon valvonnan tekninen tukiohjelma liittyy suoraan sen viranomaisvalvontaan. Työ- ja elinkeinoministeriöllä (TEM) on kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT), jonka tarkoituksena on tuottaa asiantuntijaosaamista viranomaisten käyttöön. Tässä kuvattavan KYT-ohjelman tavoitteet ja sisältö pohjautuivat ministeriön asettaman työryhmän näkemyksiin.

1.1 Ydinjätehuollon toimintaympäristö

Ydinjätehuollon toimintaympäristössä tapahtuu tutkimusohjelmakaudella 2011-2014 merkittäviä muutoksia sekä Suomessa että ulkomailla.

Suunnitelmien mukaan Posiva Oy jättää ydinjätelaitoksen rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle vuoden 2012 loppuun mennessä. Suomeen on myös tulossa kokonaan uusi ydinennergian ja ydinjätehuollon toimija, Fennovoima Oy.

Tutkimusohjelmakauteen ajoittuu myös useita muita ydinjätehuoltoon suoraan ja välillisesti liittyviä päätöksentekomenettelyjä. Ohjelmakaudella on tarkoitus ottaa nyt rakenteilla oleva ydinvoimalaitosyksikkö (Olkiluoto 3) käyttöön ja käsitellä uusien ydinvoimalaitosten (Olkiluoto 4, Fennovoima 1) rakentamislupahakemukset sekä Otaniemen tutkimusreaktorin (FiR1) käyttöluvan uusiminen. VTT suunnittelee uusien ydintekniikan tilojen ja niihin liittyvien laitteistojen rakentamista Otaniemeen. Uudet tilat edistävät myös ydinjätehuollon ja radiokemian tutkimuksia.

Ruotsissa saatetaan loppuun käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittely. Hakemus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen rakentamislupaa varten jätetään viranomaisille vuoden 2010 lopussa. USA:ssa nk. Blue Ribbon -komitea selvittää vaihtoehtoja Yucca Mountainiin kaavailulle geologiselle loppusijoitukselle, josta luovuttiin v. 2010 poliittisella päätöksellä.

EU:n ydinennergia- ja ydinjätetutkimusta tehdään ns. Euratom-puiteohjelmien piirissä. Parhailaan on menossa 7. puiteohjelma (2007-2011). Vuonna 2009 perustettiin teknologiafoorumi IGD-TP (Implementing Geological Disposal - Technology Platform), jonka tarkoituksena on ryhtyä merkittävältä osin koordinoimaan Euratomin piirissä tehtävää ydinjätehuollon tutkimusta. Suomesta IGD-TP:hen osallistuvat tois- taiseksi Posiva ja VTT.

1.2 Aiempi julkinen ydinjätehuollon tutkimus

Julkisrahoitteinen ydinjätehuollon tutkimus käynnistettiin Suomessa atomienergianeuvottelukunnan aloitteesta 1970-luvun alkupuolella. Julkishallinnon koordinoituja ydinjätehuollon tutkimusohjelmia on maassamme toteutettu vuodesta 1989 lähtien, Taulukko 1.

Taulukko 1. Julkishallinnon koordinoituja tutkimusohjelmia.

Kausi	Tutkimusohjelman nimi
1989–1993	Julkisrahoitteisen ydinjätetutkimuksen ohjelma (JYT) ¹
1994–1996	Julkishallinnoidun ydinjätetutkimuksen ohjelma (JYT2) ²
1997–2001	Julkishallinnon ydinjätetutkimusohjelma (JYT2001) ³
2002–2005	Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYT ⁴
2006–2010	Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYT2010 ⁵

1 Vuori 1990, 1991, 1993

2 Vuori 1997

3 Vuori 2000, Rasilainen 2002

4 Rasilainen 2006

5 KYT-johtoryhmä 2005

KYT2010-tutkimusohjelmalle toteutettiin kansainvälinen arviointi vuonna 2007 (Apted et al. 2008). Arviointiryhmä totesi, että tutkimusohjelmassa siihen mennessä saavutetut tulokset ja ohjelman rahoitus ovat tasapainossa, eri tutkimusalueet ovat siinä edustettuina ja niitä voidaan pitää riittävinä. Arviointiryhmä esittää kehittämisehdotuksia muun muassa teknisen kehityksen seurantaan, yleiseen ydinjätehuoltoon liittyvään koulutukseen, osaamiskeskuksiin sekä laajoihin ja integroituihin tutkimusprojekteihin. Arviointiryhmän ehdotukset on otettu huomioon KYT2014-puiteohjelman laadinnassa koskien esim. koordinoituja hankkeita ja koulutuksen valmistelua. Samoin arviointiryhmän suositukset on otettu huomioon ohjelman organisoinnissa ja toimintaohjeen uusimisessa. Arviointiryhmän mainitsemia laajoja integroituja tutkimusprojekteja kutsutaan tässä puiteohjelmassa koordinoituiksi hankkeiksi.

1.3 Koulutus

KYT-ohjelman keskeinen tavoite on osaltaan varmistaa olennaisen kansallisen asiantuntemuksen jatkuva saatavuus, edistää tieteellistä ja korkeatasoista osaamista sekä lisätä yleistä tietämystä ydinjätehuollon alalla. Tämä toteutuu mm. edistämällä uuden asiantuntijapolven kouluttamista alalle. Pääperiaatteena on, että nykyiset keskeiset tutkimusvalmiudet säilytetään ja niitä edelleen kehitetään tärkeimmiksi katsotuilla alueilla. Tämä tavoite on erityisen ajankohtainen, sillä ydinjätehuollon kokeneimmat suomalaiset asiantuntijat lähestyvät eläkeikää.

Edellisen tutkimusohjelman yhteydessä on kartoitettu ydinjätehuollon koulutustarpeita ja koulutuksen järjestämisen vaihtoehtoja sekä toteutettu kansallisen ydinjätehuollon kurssin pilot-hanke. Tässä tutkimusohjelmassa tuetaan kansallisen ydinjätehuollon koulutuksen kehittämistä. Tutkimusohjelmassa myös painotetaan koulutusvaikutusta yhtenä rahoitettavien hankkeiden arviointikriteerinä.

Tutkimusohjelma voi tarjota osarahoitusta väitöskirjatyölle. Vaatimuksena on, että työ täyttää tämän puiteohjelman sisältötavoitteet, ks. luku 3.

2 Tutkimusohjelman organisointi

2.1 Lähtökohdat ja 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 kaavallaan koko tutkimuskauden kattavia koordinoituja hankkeita. Ydinjätehuollon valmistelutöihin, toteutukseen tai viranomaistarkastukseen suoranaisesti kuuluvat hankkeet eivät kuulu KYT2014-tutkimusohjelmaan.

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

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

Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR) rahoittaa vuosittain ydinjätehuollon tutkimushankkeita työ- ja elinkeinoministeriön esityksen perusteella. TEM:n esitys perustuu KYT-johtoryhmän rahoitussuositukseen. Vuosittain jaettava rahamäärä perustuu jätehuoltovelvollisten vastuumääriin ja on vuonna 2011 noin 1,7 miljoonaa euroa. Olkiluoto 3 -laitosyksikön käyttöönotto vaikuttaa ydinjätehuoltovelvollisten vastuumääriin, jolloin tutkimusrahoitukseen on vastaavasti osoitettavissa enemmän varoja.

KYT2014-tutkimusohjelma tukee ja kannustaa osallistumaan ydinjätetutkimuksen kansainvälisiin ja EU-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 valtioneuvoston päätöksen de minimis -sääntö.

2.2 Tutkimusohjelman hallinnointi

Tutkimusohjelman toiminta perustuu TEM:n, ohjelman johtoryhmän, yhden tai useampien tukiryhmien, koordinaattorin ja tutkimushankkeiden keskinäiseen yhteistyöhön ja työnjakoon. Seuraavassa esitetään lyhyesti tutkimusohjelman toimijoiden työnjakoa; tarkempi kuvaus on KYT2014-ohjelman toimintaohjeessa (ks. esim. KYT2010-ohjelman toimintaohje, Varjoranta 2009). Myös muut ohjelmassa noudatettavat hallintokäytännöt kuvataan yksityiskohtaisesti toimintaohjeessa, joka on nähtävissä tutkimusohjelman verkkosivuilla.

Johtoryhmä

Työ- ja elinkeinoministeriö nimittää tutkimusohjelmalle johtoryhmän, jonka puheenjohtaja ohjelmakaudella on Säteilyturvakeskuksesta. Johtoryhmässä ovat edustettuina työ- ja elinkeinoministeriö, Säteilyturvakeskus, sosiaali- ja terveysministeriö, ympäristöministeriö, Fortum Power and Heat Oy, Posiva Oy ja Teollisuuden Voima Oyj sekä asiantuntijajäsenenä Fennovoima Oy. Sihteerinä toimii tutkimusohjelman koordinaattori.

Johtoryhmä vastaa tutkimusohjelman strategisista linjauksista. Puiteohjelman linjausten lisäksi KYT2014-johtoryhmä voi ehdottaa työ- ja elinkeinoministeriölle tutkimuksen vuosittaiset painopistealueet kunkin hankehaun kutsukirjeessä. Johtoryhmä esittää ohjelmaan toteutettaviksi hanke-esityksiä, joiden se katsoo parhaiten vastaavan puiteohjelmassa ja em. painopiste-ehdotuksissa mainittuja tarpeita.

Tukiryhmät

Tutkimusohjelman johtoryhmä nimeää tarvittavan määrän tukiryhmiä, jotka toimivat johtoryhmän tukena teknisenä asiantuntijaelimenä. Johtoryhmä nimeää tukiryhmien puheenjohtajat ja jäsenet. Tukiryhmät vastaavat tutkimushanke-esitysten arvioimisesta ja valittujen hankkeiden seurannasta sekä ohjauksesta.

Koordinaattori

Tutkimusohjelman koordinaattori vastaa tutkimusohjelman hallinnosta. Koordinaattori valitaan tarjouskilpailun perusteella. Tehtävät määritellään yksityiskohtaisesti erillisessä vuosittaisessa tilauksessa.

Verkkosivut

Tutkimusohjelmaa koskeva aineisto julkaistaan pääosin tutkimusohjelman verkkosivuilla. Verkkosivuja kuvataan tarkemmin luvussa 4.

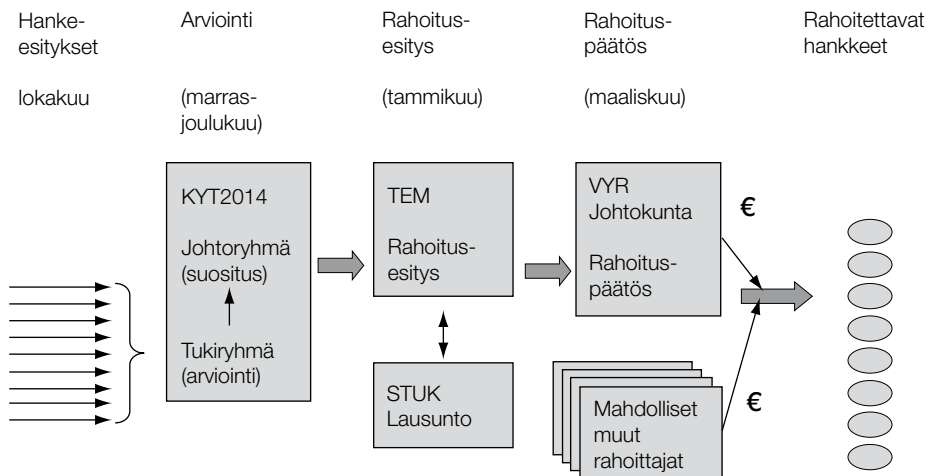
Tutkimusohjelman edistyminen

Tutkimushankkeet toteutetaan VYRin rahoituspäätöksen ja johtoryhmän hyväksynnän vuosisuunnitelman mukaisesti. Johtoryhmä valvoo koko tutkimusohjelman edistymistä. Tukiryhmät seuraavat ja ohjaavat yksittäisten hankkeiden edistymistä.

2.3 Hankehaku ja rahoituspäätös

KYT-ohjelmaan osallistutaan julkisen hakumenettelyn kautta, Kuva 1. Hakumenettelyssä ilmoitettuun määräaikaan mennessä saapuneet tutkimushanke-esitykset arvioidaan tukiryhmissä siten, että tukiryhmät arvioivat hanke-esityksen soveltuvuuden ohjelmaan ja ottavat kantaa sen toteutettavuuteen ja mahdollisiin muihin seikkoihin. Hanke-esitysten arviointikriteerit on ilmoitettu haun kutsukirjeessä ja ne ovat nähtävissä myös tutkimusohjelman verkkosivuilla. Tukiryhmän arvio saateetaan hanke-esityksen tekijän tietoon.

Kuva 1. KYT2014-ohjelman päätöksenteko tutkimushankeista. Mahdolliset muut rahoittajat ovat useimmiten tutkimuslaitoksia, jotka ohjaavat hankkeisiinsa omaa rahoitusta.



Johtoryhmä tekee tukiryhmien tekemän arvioinnin pohjalta rahoitussuosituksen TEM:lle, joka puolestaan tekee Valtion ydinjätehuoltorahastolle (VYR) virallisen rahoitusesityksen vuotuisesta tutkimushankekokonaisuudesta. TEM pyytää ennen rahoitusesitystä lausunnon STUKista, Kuva 1.

KYT2014-tutkimusohjelma alkaa julkisella hankehauulla syyskuussa 2010. TEM nimittää syksyllä 2010 tutkimusohjelman johtoryhmän, joka arvioi nimittämiensä tukiryhmien avulla syksyllä jätetyt hanke-esitykset. Varsinainen tutkimusohjelma-kausi käynnistyy vuoden 2011 alusta.

2.3.1 Tutkimusohjelman hanketyypit

KYT-ohjelmaan ehdotettavat hankkeet voivat olla yksittäisiä tutkimushankkeita tai laajoja koordinoituja tutkimuskokonaisuuksia. Käytännössä ohjelmaan hyväksytään kolmenlaisia hanketyyppejä

- yhden vuoden tutkimushanke, jonka hankepäällikkö vastaa hankkeen toteutumisesta ja yhteydenpidosta tutkimusohjelmaan
- useamman vuoden tutkimushanke, jonka ensimmäinen hanke-esitys kattaa pääpiirteissään koko tutkimussuunnitelman ja yksityiskohtaisesti ensimmäisen vuoden suunnitelmat. Seuraavina vuosina suunnitelmat tulee päivittää ottaen huomioon esim. johtoryhmän vuosittaiset evästyksiset ja tukiryhmän arvioinnit projektin etenemisestä.
- koordinoitu hanke on KYTissä uusi hanketyyppi. Siihen osallistuu tyypillisesti useita tutkimuslaitoksia ja se voi kattaa koko KYT₂₀₁₄-tutkimuskauden. Olemukseltaan se on pienimuotoinen tutkimusohjelma. Sen hankekoordinaattori vastaa tutkimusryhmän ja hanke-ehdotuksen kokoamisesta sekä hankkeen sisäisestä koordinoinnista ja hallinnoinnista, esim. hankesuunnitelmasta ja raportoinnista. Tavoitteena on saada ohjelmakaudelle kolme koordinoitua hanketta, ks. luku 3.2.

Esityksiä arvioineet tuki- ja johtoryhmät voivat edellyttää hanke-esityksiin muutoksia; näiden huomioon ottaminen on VYR-rahoituksen ehto.

Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR) myöntää KYT-hankkeille rahoitusta vuodeksi kerrallaan, ks. Kuva 1. Useampivuotisten hankkeiden tapauksessa johtoryhmä pyrkii turvaamaan hankkeen jatkuvuuden, mikäli hanke etenee suunnitelmien mukaisesti. Mikäli hanke ei etene, johtoryhmä voi esittää rahoituksen keskeyttämistä.

Hankekoordinaattori

Tässä puiteohjelmassa koordinoitun hankkeen hankepäällikköä kutsutaan hankekoordinaattoriksi. Hänen tehtävänä on laatia tutkimusalueelle (ks. luku 3.2) tätä puiteohjelmaa vastaava tutkimussuunnitelma ja vastata sen koordinoinnista KYT-ohjelman johtoryhmän vuosittain tarkentamissa rajoissa. Menettelyllä pyritään parantamaan tutkimusresurssien pitkäjänteistä kohdentamista ja kehittämistä antamalla tutkimusalueen koordinoitioorganisaatiolle ("osaamiskeskus", ks. Apter et al. 2008) mahdollisuuksia uusien asiantuntijoiden kouluttamiseen pitkäjänteisten, useita vuosia kestävien tutkimusprojektien avulla. Menettelyllä siirretään merkittävää sisällöllistä koordinoitintyötä KYT:n johto- ja tukiryhmiltä hankkeen sisälle.

Hankekoordinaattorin tulee laatia yksityiskohtainen ehdotus tutkimussuunnitelmaksi siten, että siitä käy selvästi ilmi ainakin

- millä perusteella tutkimuskohteet on valittu (kohteena voi olla jokin luvussa 3.2 mainituista keskeisistä kysymyksistä tai muu tärkeäksi osoitettu ilmiö tai prosessi)
- millaisin menetelmin kohteita aiotaan tutkia

- miten riittävä kokeellisen työn ja mallinnustyön yhteys aiotaan luoda
- miten tutkimusryhmän kokoonpano ja työnjako on suunniteltu ja miten tutkimusta koordinoidaan käytännössä
- millaisella aikataululla tutkimuksista on odotettavissa loppusijoituksen turvallisuuden arvioinnin kannalta merkittäviä tuloksia
- mahdolliset yhteydet muihin tutkimusohjelmiin.

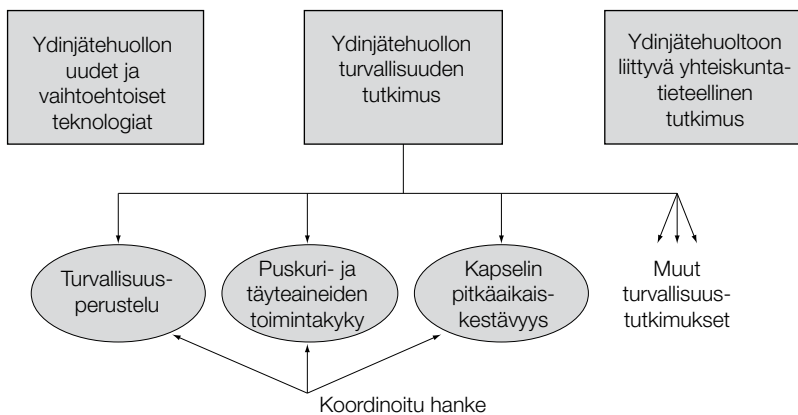
Haettaessa rahoitusta on hakemus tehtävissä kahdella tavalla:

- jokainen hankkeen osallistuja mukaan lukien koordinointiyksikkö, hakee rahoitusta itselleen ja mahdollisille alihankkijoilleen erikseen. Jokainen rahoitushakemus käsitellään erikseen, tai
- hanke hakee rahoitusta vain koordinointiyksikölle ja suorittaa sisäisen jaon keskinäisten tutkimussopimusten pohjalta. Hanke käsitellään kokonaisuutena.

3 Tutkimusohjelman sisällölliset tavoitteet

Tutkimusaiheet jaetaan (1) ydinjätehuollon uusiin ja vaihtoehtoisin teknologioihin, (2) ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimukseen sekä (3) ydinjätehuoltoon liittyvään yhteiskuntatieteelliseen tutkimukseen, Kuva 2. Tutkimusohjelman johtoryhmä voi täsmentää vuosittain aihepiirien keskinäistä ja sisäistä painotusta.

Kuva 2. KYT2014-tutkimusohjelman aihepiirit.



Tutkimusohjelman pääpaino suuntautuu turvallisuustutkimuksiin. Niillä haetaan monitieteellisen turvallisuusosaamisen lisäämistä Suomessa. Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimukseen sisältyy kolme laajaa tutkimuskokonaisuutta: (1) turvallisuusperustelu, (2) puskuri- ja täyteaineiden toiminta ja (3) kapselin pitkäaikaiskestävyys. Kunkin koordinoijaksi ja toteuttajaksi haetaan hankekoordinaattoria niin, että kussakin tutkimuskokonaisuudessa olisi yksi koordinoitu hanke. Koordinoitujen hankkeiden olennainen muutos KYT2014 ohjelmassa verrattuna edeltäjänsä.

Muihin aihepiireihin sisältyvät hankkeet voivat olla yksi- tai useampivuotisia. Niillä haetaan ydinjätehuollon asiantuntemuksen varmistamista useiden tieteenalojen näkökulmasta.

3.1 Ydinjätehuollon uudet ja vaihtoehtoiset teknologiat

Viranomaisten saatavilla tulee olla ajantasaista tietoa ja asiantuntemusta tutkitavista ja kehitteillä olevista geologisen loppusijoituksen vaihtoehtoista sekä asiantuntemusta Suomessa toteutettavan ydinjätehuollon erilaisten toteutustapojen

ja menetelmien vertailuun. Eri ydinjätteille kaavailtuja huoltovaihtoehtoja arvioidaan ja tarkennetaan aika ajoin. Siinä yhteydessä saattaa tulla esiin mahdollisuus tai tarve tutkia uusia teknisiä ratkaisuja.

Uusia ja vaihtoehtoisia teknologioita tutkimalla parannetaan suomalaisen ydinjätehuollon toteutusvarmuutta, mikäli nyt päävaihtoehtona oleva geologinen loppusijoitus ei toteutuisi kaavailtuna tai mikäli kehitetään uusia menetelmiä esimerkiksi syntyvän jätteen määrän vähentämiseksi. Tämä tutkimus toteutuu parhaiten osallistamalla kansainväliseen yhteistyöhön. Suomalaisten tutkimusryhmien osallistuminen kansainvälisiin tutkimusohjelmiin edellyttää kuitenkin omaa konkreettista osaamista.

KYT-ohjelmaan sopivia tutkimusaiheita voivat olla

- käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelyyn perustuvat ydinjätehuollon ratkaisut
- nuklidierotus ja transmutaatio
- geologisen loppusijoituksen toteutusvaihtoehdot, esim. syvät kairareivät
- palautettavuus
- varastointivaihtoehdot, esim. kuivavarastointi, pitkäaikaisvarastointi
- mahdolliset uudet voimalaitosjätteiden (VLJ) huollon ratkaisut, esim. erittäin matala-aktiivisten jätteiden maaperäloppusijoitus
- käytöstäpoiston toteutuksen uudet ratkaisut.

Suomessa ydinjätehuoltovelvollisten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus perustuu nykyisen ydinenergialainsäädännön mukaisesti polttoaineen kertakäyttöön. Useissa merkittävässä ydinenergiamaissa, kuten Ranskassa ja Isossa-Britanniassa, tutkitaan kehittyneitä polttoainekiertoja, joihin liittyy olennaisesti käytetyn polttoaineen eri tavoin tapahtuva kierrätys. Jälleenkäsittelyvaihtoehto on yksi tutkittava vaihtoehto ja siinä tutkimuksen kohteina ovat esim. kierrätyskertoja rajoittavat tekijät painevesi- ja kiehutusvesireaktoreissa, sekä käytetyn MOX-polttoaineen loppusijoitus.

Jälleenkäsittelyvaihtoehdon teknisesti pidemmälle viety muoto on erottelu ja transmutaatio (P&T, partitioning and transmutation). Usein P&T-keskustelussa jää vähemmälle huomiolle se tosiasia, että kaikista ydinjätteistä ei siinäkään vaihtoehdossa päästä eroon ja että siinäkin tarvitaan geologista loppusijoitusta. Kehittyneiden polttoainekiertojen tutkimus liittyy myös ns. neljännen sukupolven ydinreaktoreiden kehittämiseen ja niiden jätehuoltoon sekä ydinmateriaalivalvontaan. Neljännen sukupolven reaktoreiden kehittäminen on Euratomin piirissä toimivan SNETP teknologiafoorumin (Sustainable Nuclear Energy – Technology Platform) keskeinen tutkimustavoite.

Suomessa kaavailtu käytetyn polttoaineen KBS-3 -konseptiin perustuva loppusijoitusohjelma etenee kohti toteutusvaihetta. Suomessakin on kuitenkin syytä olla tietoisia vaihtoehtoisista geologisen loppusijoituksen ratkaisuista. Erityisesti Yhdysvalloissa nimitetty ns. Blue Ribbon -komissio aikoo käydä eri vaihtoehtoja läpi systemaattisesti, sen jälkeen kun poliittisella päätöksellä 2010 luovuttiin Yucca Mountaniin kaavaillusta loppusijoitussuunnitelmasta. Yksi tarkasteltavista

loppusijoituksen vaihtoehtoista on useiden kilometrien syvyisiin kairareikiin perustuva ratkaisu.

Palautettavuus eli mahdollisuus loppusijoitettujen ydinjätteiden (Suomessa lähinnä käytetty polttoaine) hakemiseen takaisin maanpinnalle on kansainvälisessä keskustelussa edelleen mukana. OECD/NEA:n piirissä on valmistumassa v. 2010 palautettavuusaihepiiriin keskittyneen projektin raportti.

Käytetyn ydinpolttoaineen väliaikaisvarastoinnin vaihtoehtoista on suurissa ydinenergiamaisissa käyty keskustelua. Suomessa käytössä oleva vesiallasvarastointi on käytössä monessa maassa, mutta sille on myös olemassa erilaisia kuivavarastointivaihtoehtoja. Ulkomailla kuivavarastointi alkaa jo olla päävaihtoehto. Osana kehittyneitä polttoainekiertoja esim. Ranskassa pohditaan myös muusta polttoainekierrosta erotettujen lyhytikäisten radionuklidien pitkäaikaisvarastointia, joka saattaisi kestää satoja vuosia. Kasvihuoneilmiön vaikutusten vähentämiseksi pohdittava hiilidioksidin talteenotto ja varastointi geologisiin muodostumiin saattaa tarjota myös ydinjätteen pitkäaikaisvarastoinnille teknisen analogian, mikäli asiaa aletaan tutkia systemaattisesti.

Arvioitaessa ydinjätehuollon mahdollisia ratkaisuja voi esiin nousta muissa maissa tutkittuja ja käytössä olevia, mutta Suomessa hyödyntämättömiä ja tutkimattomia vaihtoehtoja, esim. voimalaitosjätteiden huollossa hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitus. Myös ydinlaitosten käytöstäpoiston alueella voi nousta esiin teknisiä ratkaisuja tai menetelmiä, joita voi olla tarpeen tutkia KYT-ohjelmassa.

3.2 Ydinjätehuollon turvallisuuden tutkimus

Viranomaisten käytössä on oltava luvanhakijasta riippumatonta korkeatasoista asiantuntemusta KBS-3 -konseptista ja siihen sisältyvistä vaihtoehtoisista menetelmistä ja ratkaisuista. Referenssikonseptina tutkitaan kapselin sijoittamista pystyreikään (KBS-3V) ja tälle vaihtoehtona useiden kapselien sijoittamista pitkään vaakareikään (KBS-3H). KBS-3 -konsepti on todennäköisin vaihtoehto myös uusien suomalaisten ydinvoimalaitoshankkeiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa.

KYT₂₀₁₄-ohjelman turvallisuuden tutkimus kohdistetaan pääosin kolmelle tutkimusalueelle: (1) turvallisuusperustelu, (2) puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky ja (3) kapselin pitkäaikaiskestävyys, ks. Kuva 2. Kullekin tutkimusalueelle haetaan yhtä koordinoitua hanketta. Näiden kolmen koordinoitua hankkeen välinen yhteistyö on tärkeää, jotta tutkimusten painopiste säilyy mahdollisimman hyvin turvallisuuden kannalta olennaisissa aihepiireissä.

Koordinoitua hanketta on kuvattu yleisesti edellä luvussa 2.3.1. Mainittujen kolmen painopistealueen ohjelmien lisäksi KYT₂₀₁₄-ohjelmassa on edelleen kuitenkin mahdollisuus yksittäisten näille aloille kuulumattomien tutkimusprojektien rahoittamiseen, ks. luku 3.2.4.

Seuraavassa esitetään yleiset puitteet edellä mainittujen kolmen painopistealueen koordinoituille tutkimushankkeille ja mahdollisesti kyseeseen tuleville muille tutkimushankkeille, joiden kohteena on ydinjätehuollon turvallisuus.

3.2.1 Turvallisuusperustelu

Viranomaisten tehtäviin kuuluu arvioida luvanhakijan turvallisuusperustelu. Sitä varten viranomaisten käytettävissä on oltava riittävästi korkeatasoista luvanhakijasta riippumatonta tietoa turvallisuusperustelun laatimisen periaatteista, ajattelutavoista ja rajoituksista.

Koordinoidun hankkeen tarkoituksena on tuottaa Suomeen uusia asiantuntijoita turvallisuusperustelun laatimiseen ja arviointiin, ja samalla kehittää myös uusia tarkastelutapoja geologisen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arviointiin. Pyrkimyksenä on omakohtaisen työn kautta oppia tuntemaan turvallisuusperustelun skenaarioihin perustuva ajattelutapa, tiedon hankinnan ja yleistämisen menetelmät, analyysien käytännön suorittaminen erilaisilla laskentamalleilla sekä tulosten luotettavuuden ja epävarmuuksien arviointimenetelmät. Tätä varten pyritään käynnistämään työ, joka tähtää turvallisuusperustelun laatimiseen KBS-3-tyyppiselle loppusijoitusratkaisulle kiteisessä kallio-perässä¹. Koska KYT2014-ohjelman resurssit eivät riitä turvallisuusperustelun kaikkien tarvittavien tietojen ja arviointimallien tuottamiseen ohjelmakauden aikana, turvallisuusperustelu voi osin tukeutua yleisesti saatavilla oleviin malleihin ja tietoihin.

Valittavan koordinointiorganisaation tulee esittää ja perustella suunnitelmaansa ne alueet, joihin turvallisuusperustelutyö ohjelmakaudella 2011-2014 keskittyy ja toisaalta keinot, joilla se kytkee oman työnsä muuhun saatavilla olevaan tietoon tavoitteena koko turvallisuusperustelun kattava kokonaisuus.

Työohjelman määrittelyssä tulee kuitenkin välttää jo laadittujen turvallisuusperustelujen toistamista ja kopiointia ja pyrkiä sen sijaan löytämään uudenlaisia tarkastelutapoja ja arviointimalleja. Huomiota kannattaa kiinnittää tällöin mm.

- skenaarioiden muodostamisen tapaan
- vaihtoehtoihin käsitteellisiin malleihin ja tulkintoihin
- epävarmuusanalyysimenetelmien kehittämiseen
- uusiin tietolähteisiin (ydinjätetutkimuksen ulkopuolella tehtävä turvallisuusanalyysin metodiikkaa sivuava työ), esim. hiilidioksidin loppusijoitus maaperään
- turvallisuusperustelun esittämistapojen kehittämiseen mahdollisimman laajojen piirien ymmärrettäväksi (turvallisuusperustelun periaatteet, menetelmät, rajoitukset).

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuuden arviointi perustuu suurelta osin skenaarioihin eli loppusijoitusjärjestelmän oletettuihin

¹ KYT-ohjelman tarkoitus ei kuitenkaan ole laatia kokonaista käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusperustelua, koska sen laatiminen on luvanhakijan vastuulla.

kehityskulkuihin ja niiden vaikutusten laskemiseen. Skenaarioiden muodostamisen tavan on kerrottava miksi valitut skenaariot on valittu, mitä muita skenaarioita valintaprosessissa pohdittiin ja miksi osa niistä jätettiin laskennallisen tarkastelun ulkopuolelle.

Ilmiön, tapahtuman tai prosessin laskennallinen arvioiminen alkaa käsitteellisten mallien johtamisesta, koska matemaattinen malli rakennetaan aina käsitteellisen mallin päälle. Tarkasteltavan loppusijoitusjärjestelmän monimutkaisuudesta johtuen on syytä tarkastella vaihtoehtoisia käsitteellisiä malleja, jotta saadaan hyvä käsitys järjestelmän mahdollisesta käyttäytymisestä.

Loppusijoitusjärjestelmän monimutkaisuus ja tarkasteltavat pitkät ajanjaksot luovat epävarmuuksia, joita on turvallisuusanalyysissä tarkasteltava kvantitatiivisesti. Yksi osa epävarmuusanalyysia on em. vaihtoehtoisten käsitteellisten mallien käyttäminen. Toinen liittyy laskentamallien kelpoistukseen ja laadunvarmistukseen. Tässä aihepiirissä on nähtävissä mahdollisuus metodologiseen yhteistyöhön SAFIR-ohjelman kanssa, koska myös reaktoriturvallisuuspuolella laskentamallien oikeellisuuden arvioiminen on keskeistä.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysissä voidaan pyrkiä hyödyntämään turvallisuuden arvioinnin metodologioita, joita on kehitetty muilla kuin ydintekniikan alalla. Tällainen metodologisten analogioiden hyödyntäminen mahdollistaa turvallisuusanalyysimetodiikan riippumattoman testaamisen ja edelleen kehittämisen.

Turvallisuusperustelun keskeisen sisällön selkeä esittäminen myös ei-ammattipiireille on edellytys loppusijoitushankkeen laajemmalle hyväksynnälle. Tässä mielessä KYT:llä on hyvä mahdollisuus levittää luvanhakijoista riippumatonta asiantietoa. Näin voidaan tukea samalla päätöksenteon läpinäkyvyyttä.

Turvallisuusanalyysimetodiikkaa, esim. skenaarioanalyysia, voidaan soveltaa paitsi käytetyn polttoaineen, myös voimalaitos- ja purkujätteen loppusijoitukseen. Turvallisuusanalyysimetodiikka on periaatteessa yleispätevä ja siksi sitä soveltamalla voidaan arvioida myös KBS-3:lle vaihtoehtoisia loppusijoituskonsepteja kvantitatiivisesti. Tässä koordinoitussa hankkeessa pyritään lisäämään osaamista laskennallisen turvallisuusanalyysimetodiikan alalla.

3.2.2 Puskuri- ja täyteaineiden toimintakyky

KBS-3-konseptin puskuri- ja täyteaineiden toimintakyvyn luotettava arviointi ratkaisee pitkälti koko turvallisuusperustelun luotettavuuden. Sitä varten viranomaisten käytettävissä on oltava riittävästi korkeatasoista osaamista näiden aineiden toimintakyvystä ja sen vaikutuksesta pitkäaikaisturvallisuuteen.

Bentoniittipuskuri on KBS-3 -loppusijoituskonseptissa teknisen vapautumisetjärjestelmän (EBS, engineered barrier system) keskeinen osa, sillä jos puskuri ei toimi oletetusti, voi sen sisällä olevan loppusijoituskapselin pitkä elinikä vaarantua korroosiota aiheuttavien aineiden lisääntyneen massavirran vaikutuksesta.

Bentoniittiin² liittyy useita loppusijoituksen turvallisuuden kannalta keskeisiä selvitystarpeita. Bentoniittia tai muita savimateriaaleja käytetään todennäköisesti myös tunnelien täyteaineessa ja sulkurakenteissa.

Puskuri- ja täyteaineiden tutkimukseen kohdistuvan koordinoitun hankkeen aihepiirejä voivat olla esim. lähialueen kytkettyjen prosessien analyttiset ja numeeriset kuvaukset sekä bentoniitin mikrorakenne. Prosessi- ja mikrorakenneseosaaminen luo tieteellisesti perustellun pohjan tutkia kvantitatiivisesti loppusijoituksen turvallisuuden kannalta keskeisinä pidettyjä selvityskohteita, esim.

- eroosioilmiöt (mekaaninen ja kemiallinen)
- pitkäaikaisstabiilisuus (mineralogiset muutokset)
- korkean pH:n vaikutukset
- vuorovaikutus raudan kanssa
- korkeiden suolapitoisuuksien vaikutus
- jäätyminen vaikutukset.

Loppusijoitustilan lähialueella vallitsevat prosessit ovat tyypillisesti toisistaan riippuvia. Heti loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen lähialueen olosuhteissa vallitsee samanaikaisesti useita gradientteja, esim. termisiä, hydrologisia, kemiallisia ja mekaanisia³, jotka alkavat ajan kuluessa tasoittua.

Yleisimmin bentoniitin kytkettyä käyttäytymistä tarkastellaan joko THC- tai THM-malleilla. Näiden integroiminen jollakin tasolla on kuitenkin tarpeen, koska kemiallisten ja mekaanisten prosessien vaikutuksia voi olla vaikea kytkeä irti toisistaan. Esimerkiksi bentoniitin keskeinen mekaaninen piirre, paisumiskäyttäytyminen, aiheutuu smektiittisavesta, ja sen kemiallinen liukeneminen vaikuttaa paisuntapaineeseen. THC- ja THM-mallinnuslinjat tarvitsevat lähtökohdakseen yhteäisen käsitteellisen näkemyksen bentoniitin rakenteesta ja käyttäytymismekanismista, jotta niiden vastaavat tulokset olisivat mielekkäästi siirrettävissä mallinnuslinjalta toiselle⁴.

Bentoniitin systemaattista mikrorakennetutkimusta ei maassamme ole juurikaan tehty, vaan se on useimmiten ollut osana jonkin muun aiheen tutkimusta. Näiden eri yhteyksissä luotujen rakenteellisten "osamallien" systemaattinen arviointi on tarpeen, jotta päädytään havaintojen kanssa mahdollisimman yhtäpitävään rakennemalliin. Rakennehypoteesien perusteellinen testaaminen edellyttää myös uutta kokeellista tutkimusta. Mikrorakenteen tuntemus auttaa myös arvioimaan bentoniitin käyttäytymistä turvallisuusanalyysin kannalta relevantissa loppusijoitusmitta-kaavassa. Asian tekee haastavaksi bentoniitin mikrorakenteen alttius olosuhtemuutoksille. Myös bentoniitin mineraloginen koostumus muuttuu, olosuhteiden muuttuessa kohti uutta tasapainotilaa.

2 Bentoniitilla tarkoitetaan tässä paisuvahillaisia savia yleisterminä.

3 Näistä puhutaan usein bentoniittitutkimuksessa lyhenteillä T, H, C, ja M, vastaavasti.

4 Eriyisen yksityiskohtaisissa kytkettyjen prosessien tarkasteluissa puhutaan usein THCMBGR-prosesseista (thermal-hydrologic-chemical-mechanical-biological-gas-radiation) merkinä lähialueen prosessien voimakkaasta keskinäisestä kytkeytyneisyydestä. Biologisia prosesseja aiheuttavat esim. mikrobit.

Edellä hahmoteltujen prosessi- ja rakennekysymysten menestyksellinen tutkiminen edellyttää kokeellisen ja teoreettisen tutkimuksen yhdistämistä. KYT2014-ohjelman tulee pyrkiä yhteistyöhön muiden alan tutkimusorganisaatioiden kanssa siten, että tehokas yhteys kokeellisen ja teoreettisen työn välillä saavutetaan.

Bentoniittisavirakenteiden, esim. lohkojen valmistustekniikoiden ja eri vaiheiden vaikutukset saven ominaisuuksiin olisi määritettävä ainakin mallien kannalta oleellisten parametrien suhteen. Koska bentoniitti on luonnonmateriaali, jonka koostumus vaihtelee, valmistustekniikan kokeissa on huolehdittava, että näyte-erät ovat keskenään vertailukelpoisia ja edustavat turvallisuusperustelun referenssibentoniitin koostumusta⁵.

Turvallisuusanalyysin kannalta tietoa bentoniitin käyttäytymisestä loppusijoitusolosuhteissa tarvitaan lähinnä korroosiota aiheuttavien aineiden ja radionuklidien massavirtatarkasteluissa.

3.2.3 Kapselin pitkäaikaiskestävyys

Loppusijoituskapselia pidetään KBS-3-konseptin tärkeimpänä yksittäisenä vapautumisesteenä, mutta bentoniittipuskurin tehtävä on varmistaa kapselin pitkä elinikä. Viranomaisten käytettävissä on oltava riittävästi korkeatasoista osaamista loppusijoituskapselin pitkäaikaiskestävyydestä, siihen vaikuttavista keskeisimmistä tekijöistä sekä pitkäaikaiskestävyyden arvioinnissa sovelletuista menetelmistä. Arviointimenetelmien lähtöoletukset, periaatteet ja rajoitukset on myös tunnettava.

Arvioitaessa kupari-valurautakapselin elinikää on otettava huomioon eri valmistustekniikoiden ja -virheiden vaikutus kapselin kestävyteen ja siihen muodostuviin jännityksiin. Kapselimateriaalina tulee tarkastella sekä puhdasta perusainetta että hitsattua kuparia. Hitsausmenetelmällä ja siihen liittyvällä lämmöntonulla on vaikutus muodostuviin mikrorakenteisiin ja siten kapselin materiaaliominaisuuksiin. Posivan tämänhetkinen referenssimenetelmä on elektronisuihkuhitsaus (EBW, electron beam welding), kun taas SKB Ruotsissa on valinnut kitkatappihitsauksen (FSW, friction stir welding) referenssimenetelmäksi.

Kapselin elinikä loppusijoitusolosuhteissa riippuu ennen kaikkea

- kapselin pitkäaikaisesta korroosionkestävyydestä
- kapselin pitkäaikaisesta mekaanisesta kestävydestä.

Kapselin korroosionkestävyyteen vaikuttavat seikat tunnetaan verrattain hyvin tähän asti tehtyjen tutkimusten perusteella. Merkittävimmät lisäselvitystä kaipaavat kysymykset liittyvät jännityskorroosiotutkimukseen, eli voiko kehitetty kapselirakenne altistaa jännityskorroosiolle loppusijoitusolosuhteissa, kun sen valmistus- ja tarkastusprosessit ovat optimoidut. Suomessa seurataan ja varmennetaan myös keskeisimpiä kansainvälisiä kuparin korroosiotutkimuksia yhteistyössä kansainvälisten kumppaneiden kanssa. Tämä työ liittyy osaltaan KYT2014-ohjelman aiheisiin.

5 Tämä vaatimus koskee kaikkia bentoniittikokeita.

Kapselin korroosio-olosuhteisiin vaikuttavat lämpötila, pohjaveden koostumus ja siihen liuenneiden aineiden kulkeutuminen bentoniittipuskurin läpi, joten näiden massavirtojen tunteminen on keskeistä korroosiokestävyyden arvioinnissa. Massavirtoja tarkastelemalla voidaan myös arvioida vaihtoehtoisten korroosiomekanismien oikeellisuutta.

Kapselin mekaanisen pitkäaikaiskestävyyden kannalta on oleellista tuntee materiaalien ja rakenteiden (hitsattu kapseli) mekaaniset ominaisuudet ja niiden muutokset käyttöolosuhteissa. Mekaaninen kestävyys määräytyy lujuuden ja virumislujouden perusteella, joihin materiaalin mikrorakenne ja valmistuksen aiheuttamat muutokset vaikuttavat merkittävästi. Myös virumisen yhteisvaikutukset korroosion kanssa on tunnettava. Kuparimetallin mikrorakenteen ja muodonmuutosmekanismien välisten yhteyksien määrittäminen on siten tarpeen tutkittaessa eri valmistus- ja hitsaustekniikoiden vaikutuksia mekaanisiin ominaisuuksiin.

Kuparikapseliin kohdistuvista ulkoisista kuormista johtuva pysyvän muodonmuutoksen (ja muodonmuutoksen paikallistumisen) mahdollisuus kapselirakenteissa on myös tunnettava mahdollisten vikaantumisriskien hallitsemiseksi. Vikaantumismekanismien tunnistamiseksi on syytä tutkia myös äärikuormitusten vaikutuksia.

Tutkittaessa kapselin (samoin kuin bentoniittipuskurin) pitkäaikaiskestävyyttä on otettava huomioon, että esim. jääkausivaikutuksille altistuva kapseli on jo ennen jääkautta kokenut muita kuormia, esim. isostaattista kuormaa. Arvioitaessa kapselin kestävyyttä jääkauden jälkeisissä mahdollisissa kalliosierroksissa, analyysissä on otettava huomioon materiaalien ikääntymisestä johtuva ominaisuuksien muuttuminen.

Turvallisuusanalyysin kannalta olennaisia kapselitietoja ovat vaurion ajankohta (milloin radionuklidien vapautuminen alkaa) ja tyyppi (kuinka suuria vapautumisnopeuksia tulee käyttää, esim. missä määrin vaurioitumaton kapselin osa rajoittaa vapautumista).

3.2.4 Muut turvallisuustutkimukset

Arvioitaessa ydinjätehuollon turvallisuutta yleensä ja geologisen loppusijoituksen turvallisuutta erityisesti tietoja tarvitaan useilta tieteenaloilta ja myös edellä mainittujen koordinoitujen hankkeiden lisäksi.

Muita KYT2014-ohjelmaan kuuluvia turvallisuustutkimusten aihepiirejä voivat olla

- betonirakenteiden pitkäaikaiskäyttäytyminen loppusijoitusolosuhteissa
- voimalaitosjätteen loppusijoitusolosuhteita simuloivien kokeiden päättämiin liittyvät tutkimukset
- käytetyn polttoaineen ominaisuuksien vaikutus loppusijoituksen turvallisuuteen, erityisesti palaman noston vaikutukset ja uusien polttoainetyyppien, kuten MOX-polttoaineen, loppusijoitus
- C-14:n merkitys loppusijoituksessa (KPA, VLJ, purkujäte)
- kallioperätutkimukset loppusijoituksen turvallisuuden kannalta

- biosfääritutkimukset loppusijoituksen turvallisuuden kannalta
- ydinjätehuollon kustannusten perusteiden arvioiminen
- ydinlaitosten käytöstäpoiston tekniikat ja menetelmät
- loppusijoituslaitoksen käytönaikainen turvallisuus.

Betonirakenteiden pitkäaikaiskäyttäytyminen loppusijoitusolosuhteissa on olennainen tutkimuskohde käytetyn polttoaineen (KPA), voimalaitosjätteen (VLJ) ja purkujätteen loppusijoituksessa, koska betonirakenteita joudutaan joka tapauksessa käyttämään. Erityisesti betonin kemiallinen vuorovaikutus ympäristön kanssa ja pohjaveden pH:n nousu ovat tärkeitä, koska sementin kemiallinen vaikutus pohjaveden happamuus-emäksisyysasteeseen kestää kauan senkin jälkeen, kun itse betonirakenne on rapautunut. Pohjavesivuotojen hallintaan on kehitetty kalliioon injektaitavia alhaisen pH:n sementtimassoja, mutta nekin kohottavat pH:ta jonkin verran. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen osalta sementti-bentoniittivuorovaikutus on tärkeä tutkimuskohde, koska bentoniitti on keskeinen aine loppusijoitustilan vapautumisestjärjestelmässä.

Myös muut tahot, ensisijaisesti ydinvoimayhtiöt, tekevät tutkimusta voimalaitosjätteiden (VLJ) käyttäytymisestä loppusijoitusolosuhteissa sekä niiden loppusijoitusta varten rakennettujen rakenteiden kestävydestä (voimalaitosjätteiden loppusijoitus on jo käynnissä). Nämä tutkimukset ovat luonteeltaan loppusijoitusolosuhteita simuloivia suurimittakaavaisia kokeita tai loppusijoitusrakenteista tehtäviä mittauksia. Näiden tutkimusten suorittaminen ja tulokset tuottavat lisätietoa ja merkittävää kansallista osaamista. Tällaisia kokeita ovat esim. TVO:n kaasunkehityskoe Olkiluodon VLJ-luolassa ja Fortumin loppusijoitusastian kestävyyskoe sekä voimayhtiöiden yhteinen betonin pitkäaikaiskestävyyden tutkimusohjelma. Näiden kokeiden tulosten tieteellisesti asianmukainen analysointi sekä aikanaan ohjelmien päättäminen edellyttää merkittävää ja suunnitelmallista tutkimuspanosta. Simuloivien kokeiden lisäksi voimalaitosjätteiden loppusijoitusrakenteiden olosuhteita monitoroidaan jatkuvasti, mikä tuottaa uutta kalliomekaanista ja hydrogeokemiallista tietoa.

Käytetty polttoaine on ydinjätteistä aktiivisinta ja pitkäikäisintä ja siksi sen ominaisuuksien tunteminen on erityisen tärkeää. Suomalaisillakin ydinvoimalaitoksilla on nähtävissä pitkän aikavälin trendi, jonka mukaan polttoaineen poistopalamat ovat kasvaneet ajan myötä. Tämä on energian tuotannon kannalta ymmärrettävää, koska poistopalama on nimenomaan reaktorissa tuotetun energian määrän (polttoaineen massayksikköä kohti) mitta. Ydinjätehuollon kannalta polttoaineen korkea palama johtaa pitempään jäähdytysaikaan. Palaman kasvaessa myös radionuklidikirjo käytetyssä polttoaineessa muuttuu, joten polttoaineen kehittyminen pitkällä aikavälillä on tunnettava riittävän tarkasti sekä laskennallisesti että todentavien mittauksin. Palaman kasvu lisää esim. polttoaineesta nopeasti vapautuvaa aktiivisuutta, koska halkeamistuotteiden määrä lisääntyy. Käytetyn polttoaineen kuljetusten turvallisuusanalyysija on toistaiseksi tehty Posivan toimeksiannoissa, mutta metodologian vertailevaa kehitystyötä voidaan tehdä myös osana KYT-ohjelmaa.

Korkeamman palaman polttoaine voi synnyttää uutta tutkimustarvetta myös kuljetusten turvallisuusanalyysimetodiikassa. MOX-polttoaineen mahdollinen käyttö Suomessa saattaa edellyttää ydinjätehuollon teknisten järjestelmien hienosäätöä.

Radioaktiivinen hiili-isotooppi C-14 on osoittautunut loppusijoituksen turvallisuusanalyysissa radiologiselta vaikutukseltaan merkittäväksi radionuklidiksi voimalaitosjätteessä, käytetyssä polttoaineessa ja purkujätteessä. Hiili-14:n kemialliseen esiintymismuotoon liittyy vielä epävarmuuksia, jotka välittyvät vastaavasti sen kemiallisen käyttäytymisen arvioihin. Näin ollen C-14:n käyttäytymisen entistä tarkempi tutkiminen on perusteltua.

Kallioperä on geologisessa loppusijoituksessa luonnonympäristö, jonne jätteet loppusijoitetaan, joten kallioperän ilmiöiden tunteminen muodostaa pohjan turvallisuuden arvioimiselle. Selvitettäviin asioihin kuuluvat mm. pohjavesivirtaus, pohjavesikemia ja radionuklidien kulkeutuminen. Kalliorakentamisen mekaaniset kysymykset voivat myös tulla kyseeseen tutkimusaiheina. Näitä ovat esim. kalliolouhinnan vaurioittama vyöhyke EDZ (excavation damaged zone) ja sen erilaiset karakterisointitavat ja niiden vertailu. Toinen kalliorakentamisen ilmiö on kallion hilseily (spalling), jota ilmenee heti esim. loppusijoitusreikiä porattaessa, mutta myöhemmin jätteiden lämmöntuotto aiheuttaa em. alkuhilseilyn päälle termistä hilseilyä. Aihepiirissä on syytä pyrkiä tieteelliseen yhteistyöhön muiden tutkimusohjelmien kanssa. Turvallisuuden arvioimisen kannalta olennaista on tietää miten em. ilmiöt voidaan perustellusti ottaa huomioon turvallisuusanalyysissa, lähinnä massavirtatarkasteluissa. Suomen leveysasteilla on odotettavissa toistuvia jääkausia ja niiden vaikutus loppusijoituksen turvallisuuteen on otettava huomioon. Selvitettäviä kokonaisuuksia ovat ainakin jäätiköityminen ja ikirouta, jotka molemmat asettavat vaatimuksia loppusijoitusjärjestelmän suunnittelulle ja toimintakyvylle. Geosfääri-biosfääri -rajapinnan tutkimusaiheita ovat esim. geomikrobit, niiden karakterisointi ja kytkentä rakennemateriaalien käyttäytymiseen.

Radionuklidien kulkeutumisen tarkastelu biosfäärissä on tarpeen, koska siellä tapahtuu ihmisen altistuminen. Eri altistusreittien arvioiminen useiden tuhansien vuosien yli edellyttää myös biosfäärin kehittymisen arvioimista, erityisesti maanousun vaikutus rannikkoseudulla on tärkeää kvantifioida. Tähän liittyy useiden peräkkäisten ekosysteemyyppien tarkastelun tarve.

Ydinjätehuollon kustannuksia arvioidaan Suomessa säännöllisesti. Erityisesti käytöstäpoistoon liittyvä menetelmä- ja toteutusvertailu antaa tietoa, jonka avulla voidaan tarkemmin arvioida ja perustella eri vaihtoehtoihin liittyviä kustannuksia. Kustannusvertailu edellyttää eri purkumenetelmien ja -tekniikoiden tuntemista.

Loppusijoituslaitoksen käytönaikaiseen turvallisuuteen joudutaan kiinnittämään laitoksen toiminnan suunnittelussa huomiota, vaikka käyttöturvallisuuden analysointi ei kuulukaan STUKin asettamiin turvallisuusperustelun vaatimuksiin. Käyttöturvallisuuden arvioinnissa todennäköisyyspohjainen riskiarviointi, PRA (probabilistic risk assessment), on mallinnusväline, jonka avulla loppusijoituslaitoksen käyttöprosessi voidaan jakaa osaprosesseihin ja analysoida mahdolliset riskit osaprosessien

tarkkuudella. Tämän aihepiirin metodologinen tutkimus voi kuulua KYT-ohjelman piiriin, jotta varmistetaan riskiarvioinnin asiantuntemuksen saatavuus ydinjätetutkimuksiin. PRA-aihepiirissä voi olla mahdollisuus yhteistyöhön SAFIR-ohjelman kanssa, koska ensisijaisesti aihepiiriä tutkitaan reaktoriturvallisuuspuolella.

3.3 Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus

KYTin piirissä tehtävän ydinjätehuoltoon liittyvän yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen tarkoituksena on tukea päätöksentekoa ja sen valmistelua. Ydinjätehuollon toteuttaminen on luvanvaraista ja siihen vaikuttavat yhteiskunnalliset arvot ja odotukset. Toiminnan mahdollistavat päätökset tehdään valtioneuvostossa ja käytännön toteutus tapahtuu sijaintipaikkakunnalla. Loppusijoitushankkeen vaikutukset ulottuvat myös pitkälle tulevaisuuteen.

Ydinjätehuoltoon liittyvä yhteiskuntatieteellinen tutkimus on ollut mukana useissa tutkimusohjelmissa 1990-luvulta lähtien. Edellisessä tutkimusohjelmassa, KYT2010 eriteltiin paikallisia ydinjätehuoltoa koskevia käsityksiä ja niiden muuttumista.

Eri toimijoiden ja eri ryhmien käsitykset ydinjätehuollosta ja erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ovat edelleen tärkeitä aiheita. Teemaa voidaan lähestyä omana kokonaisuutenaan mm. eri toimijoiden riippumattomuuden ja luotettavuuden näkökulmista. Niihin liittyy myös seuraavia näkökulmia:

- eettinen keskustelu
- pitkään ajalliseen keston liittyvät kysymykset.

Pitkään ajalliseen keston liittyä ensinnäkin kysymys sukupolvien välisestä oikeudenmukaisuudesta, ts. jätetäänkö tuleville sukupolville kohtuuton taakka ydinjätteiden muodossa ja kuka vastaa kustannuksista. Toiseksi siihen liittyy myös tiedon luotettavuus ja tiedon säilyttäminen pitkällä aikavälillä.

3.4 Muu rahoitettava toiminta

Edellä mainittujen varsinaisten tutkimusaiheiden lisäksi tutkimusohjelma rahoittaa vuosittain koko tutkimusohjelman koordinoinnista aiheutuvat kulut sekä mahdollisesti kulut, jotka aiheutuvat kansallisen ydinjätehuollon koulutuksen kehittämisestä, ks. luku 1.3.

Tutkimusohjelman sisäiseen koulutuksen tarpeeseen kiinnitettiin huomiota KYT2010-ohjelman kansainvälisessä arvioissa (Apted et al. 2008). Tarkoitus on, että KYT-ohjelman koordinoima kansallinen ydinjätehuollon koulutus sovitetaan järkevästi yhteen muun kansallisen/kansainvälisen koulutuksen kanssa.

4 Tutkimusohjelman raportointi ja tiedonvaihto

KYT₂₀₁₄-tutkimusohjelman puiteohjelmassa esitetään tutkimusohjelman lähtökohdat, tavoitteet ja kuvaus tutkimusohjelman organisoinnista. Tutkimusohjelman lähtökohdat ja tavoitteet perustuvat ydinenergialakiin (990/1987) ja edellisen tutkimusohjelman arviointiin. Tavoitteiden määrittelyssä on huomioitu ydinjätehuollon tulevaisuuden haasteet ja kokemukset aikaisemmista tutkimusohjelmista.

Tutkimusohjelman vuosisuunnitelmassa esitellään rahoitettaviksi hyväksytyt tutkimushankkeet ja niiden keskeinen sisältö sekä vuosittaiset tavoitteet. Tutkimusohjelman vuosikatsauksessa esitellään kunkin vuoden tutkimussuunnitelman toteutuminen ja keskeiset tulokset sekä tutkimushankkeiden tavoitteiden toteutuminen. Tutkimusohjelmakauden päätyttyä julkaistaan tutkimusohjelman loppuraportti, jossa esitetään koko ohjelmakauden tulokset.

Tutkimusohjelman eri aihepiirien tuloksia käsitellään temaattisissa seminaareissa, joita järjestetään vuosittain. Kukin tutkimusohjelman järjestämä temaattinen seminaari keskittyy kerrallaan yhteen aihepiiriin. Tutkimusohjelman tuloksia käsitellään loppuseminaarissa. KYT-seminaarien esitykset ovat nähtävissä tutkimusohjelman verkkosivuilla.

Tutkimushankkeiden tutkimustulosten on oltava julkaistavissa (ydinenergialaki 53 d §).

Tutkimusohjelman viestinnässä käytetään pääsääntöisesti tutkimusohjelman verkkosivuja. Sivulla julkaistaan tutkimusohjelman ja tutkimusprojektien raportit sekä hankehakua koskevat asiakirjat. Verkkosivuilla tiedotetaan myös tutkimusohjelman järjestämistä seminaareista ja johtoryhmän päätöksistä. Tutkimusohjelmalla on myös englanninkieliset verkkosivut. KYT₂₀₁₄-tutkimusohjelman verkkosivut avataan vuonna 2011 tutkimusohjelman käynnistyttyä. Siihen asti tutkimusohjelmaa koskevat tiedot julkaistaan KYT₂₀₁₀-tutkimusohjelman verkkosivuilla (www.ydinjatetutkimus.fi).

Tutkimusohjelman raportointi tapahtuu ensisijaisesti suomen kielellä. Verkkosivuista ja ohjelman loppuraportista on käytettävissä myös englanninkieliset käännökset. Julkaisut ovat pääosin englanniksi ja tutkimusohjelman kansainvälistä arviointia varten tutkimushankkeilta edellytetään tarpeellisin osin englanninkielisiä käännöksiä suomenkielisestä aineistosta. Tutkimusohjelman arviointi toteutetaan vuonna 2012.

5 Yhteistyö

KYT-ohjelma edellyttää, että siinä tehtävä tutkimus on koordinoitava hyvin muun Suomessa tehtävän ydinjätetutkimuksen kanssa mahdollisten päällekkäisyyksien välttämiseksi. Erityisen tärkeää on olla tietoinen Posivan tutkimusohjelman sisällystä, koska se on laajin Suomessa toimiva ydinjätehuollon tutkimusohjelma.

Vaikka KYT onkin kansallinen tutkimusohjelma, itse tutkimustyö on luonteeltaan kansainvälistä lähtien käytännössä yksittäisten tutkijoiden omista verkostoista. Yksittäisten tutkimushankkeiden sisältölähtöistä kansainvälistä yhteistyötä pyritään kannustamaan, esim. relevantteihin EU-hankkeisiin tai muihin kansainvälisiin tutkimushankkeisiin osallistumista, sillä niissä pääsee mukaan laajoihin monialaisiin kokonaisuuksiin, jotka olisivat pelkästään suomalaisrahoituksen ulottumattomissa. Poikkitieteellisissä kansainvälisissä hankkeissa voi saada kokonaan uusiakin tutkimusideoita, koska niissä on mahdollisuus tutustua muiden alalla toimivien tutkimusryhmien menetelmiin.

EU:n ydinenergiatutkimus tapahtuu ns. Euratom Treatyn piirissä. Euratomin puiteohjelmat ovat EU:n ydinenergiatutkimuksen keskeisiä työkaluja. Nyt käynnissä oleva seitsemäs puiteohjelma kattaa vuodet 2007–2011. Euratomin puiteohjelmiin osallistuvien suomalaisten tukena on kansallinen tukiryhmä.

KYT-ohjelmassa on syytä olla tietoisia EU:n uusissa tutkimusaloissa IGD-TP (Implementing Geological Disposal - Technology Platform) ja SNE-TP (Sustainable Nuclear Energy - Technology Platform) tehtävän työn sisällöstä. Nämä tutkimusalueet tullevat suurelta osin koordinoimaan EU:n ydinjäte- ja ydinenergiatutkimusta vastaavasti.

KYT-ohjelma kannustaa aktiiviseen osallistumiseen kansainvälisiin asiantuntijaryhmiin, koska sitä kautta on mahdollista tehokkaasti viestittää suomalaisen ydinjäteohjelman ja ydinjätetutkimuksen kokonaistilanteesta eri maiden keskeisille organisaatioille. Sitä kautta saadaan myös nopeasti tieto muiden ydinjätehuoltovalmistelevien maiden yleistilanteesta. OECD/NEA:n asiantuntijaryhmät ovat tässä suhteessa jo perinteisesti olleet Suomelle keskeisimpiä.

Kirjallisuusviitteet

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.

KYT-johtoryhmä 2005. Kansallinen ydinjätehuollontutkimusohjelma, KYT. Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2006 - 2010. <http://www.ydinjatetutkimus.fi/tiedostot/Puiteohjelma%202010.pdf>, 20 s.

Rasilainen, K. (ed.) 2002. Nuclear waste management in Finland - Final Report of Public Sector's Research Programme JYT2001 (1997-2001). Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö, Ministry of Trade and Industry Finland Studies and Reports 15/2002. 258 s.

Rasilainen, K. (ed.) 2006. The Finnish Research Programme on Nuclear Waste Management (KYT) 2002-2005. Final Report. VTT Research Notes 2337, 246 s. + liitt.

Varjoranta, T. 2009, KYT2010-toimintaohje, <http://www.ydinjatetutkimus.fi/tiedostot/KYT%20toimintaohje%2025062009.pdf>, 10 s. + liitt.

Vuori, S. (ed.) 1990, 1991, 1993. Publicly financed nuclear waste management research programme. Annual reports 1990, 1991, 1993. Helsinki: Ministry of Trade and Industry, Energy Department. Reviews B:101, B:121, B:147.

Vuori, S. (ed.) 1997. Publicly administrated nuclear waste management research programme 1994-1996. Final report. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö, Ministry of Trade and Industry Finland Studies and Reports 22/1997. 204 s.

Vuori, S. (ed.) 2000. Julkishallinnon ydinjätetutkimusohjelma (JYT2001) 1997-2001. Puoliväliraportti. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö, Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 11/2000. 159 s.

Tekijät Författare Authors Planeringsgruppen för forskningsprogrammet KYT2014 Ordförande Kaisa-Leena Hutri Sekreterare Kari Rasilainen	Julkaisuaika Publiceringstid Date December 2010 Toimeksiantaja(t) Uppdragsgivare Commissioned by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy Toimielimen asettamispäivä Organets tillsättningsdatum Date of appointment 16.3.2010	
Julkaisun nimi Titel Title Nationellt forskningsprogram om kärnavfallshantering KYT2014 – Ramprogram för forskningsperioden 2011–2014		
Tiivistelmä Referat Abstract <p>Programmet KYT2014 är arbets- och näringsministeriets forskningsprogram vars syfte är att säkerställa att det till myndigheternas förfogande finns tillräcklig och heltäckande kärnteknisk sakkunskap och annan beredskap som behövs för jämförelse av sätten och metoderna att genomföra kärnavfallshanteringen. Forskningen kring skyldigheten att övervaka kärnavfallshanteringen hör till myndigheternas andra program. Forskningen om planering, genomförande och utveckling av kärnavfallshanteringen å sin sida hör till de kärnavfallshanteringsskyldigas egna forskningsprogram.</p> <p>Ramprogrammet har utarbetats av en arbetsgrupp som tillsatts av arbets- och näringsministeriet. Ramprogrammet täcker åren 2011–2014.</p> <p>Innehållet i forskningsprogrammet KYT2014 består av forskningsobjekt som är viktiga med tanke på det nationella kunnandet. Sådana är ny och alternativ teknik för kärnavfallshanteringen, forskning i kärnavfallshanteringens säkerhet samt den samhällsvetenskapliga forskningen kring kärnavfallshanteringen. I forskningsprogrammet eftersträvas omfattande och samordnade helheter i forskningen kring säkerhet, särskilt i undersökningarna av funktionsförmågan hos buffertar och återfyllnadsmaterial, kapselns hållbarhet på sikt och säkerhetsbevisning. Traditionella ett- och fleråriga projekt lämpar sig också för forskningsprogrammet.</p> <p>Forskningsprogrammet KYT2014 fungerar som ett forum för diskussion och informationsutbyte mellan myndigheter, organisationer för kärnavfallshantering och forskningsinstitut på vilket förutsättningar skapas för användning av de begränsade forskningsresurserna. Målet är samtidigt att säkerställa att en mångsidig och tvärvetenskaplig forskargrupp kan samlas kring olika forskningsprojekt. Forskningsprogrammet syftar för sin del också till att säkerställa en kontinuerlig tillgång på nationell sakkunskap, till att främja vetenskapligt och högklassigt kunnande samt till att öka den allmänna kunskapen om kärnavfallshantering.</p> <p>Kontaktpersoner vid arbets- och näringsministeriet: Energiavdelningen/Jaana Avolahti, tfn 010 606 4836</p>		
Asiasanat Nyckelord Key words Kärnavfallshantering, forskning		
ISSN 1797-3562	ISBN 978-952-227-475-5	
Kokonaissivumäärä Sidoantal Pages 32	Kieli Språk Language Suomi, finska, Finnish	Hinta Pris Price 13 €
Julkaisija Utgivare Published by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy		Kustantaja Förläggare Sold by Edita Publishing Oy / Ab / Ltd

Tekijät Författare Authors KYT2014 Working Group Chair Kaisa-Leena Hutri Secretary Kari Rasilainen	Julkaisu-aika Publiceringstid Date December 2010	Toimeksiantaja(t) Uppdragsgivare Commissioned by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy
	Toimielimen asettamispäivä Organets tillsättningsdatum Date of appointment 16 March 2010	
Julkaisun nimi Titel Title Finnish Research Programme on Nuclear Waste Management KYT 2014. Framework Programme for the Research Period 2011–2014		
Tiivistelmä Referat Abstract <p>The objective of KYT2014 (Finnish Research Programme on Nuclear Waste Management), run by the Ministry of Employment and the Economy, is to ensure the sufficient and comprehensive availability of the nuclear technological expertise and other capabilities required by the authorities when comparing different nuclear waste management ways and implementation methods. Research required for the supervision of nuclear waste management falls under other authority programmes, whereas that related to the planning, implementation and development of nuclear waste management falls under research programmes conducted by licensees as part of their nuclear waste management obligation.</p> <p>The Framework Programme for 2011–2014 was prepared by a working group appointed by the Ministry of Employment and the Economy.</p> <p>The contents of the KYT2014 Research Programme comprise key research subjects in terms of national expertise. These include new and alternative nuclear waste management technologies, research into the safety of nuclear waste management and sociological research related to the issue. Through these research programmes, the aim is to assemble extensive, coordinated safety research wholes, particularly with respect to research on the capacity of buffer and filling materials in final disposal, the long-term durability of the final disposal canister, and safety case. Traditional projects, whether lasting one or several years, are also suitable for the Research Programme.</p> <p>The KYT2014 research programme serves as a discussion and communication forum between authorities, organisations engaged in nuclear waste management and research institutions, creating the preconditions for utilising limited research resources. It also strives to ensure a diverse and interdisciplinary research team for research projects. Another aim is to help secure the continuous availability of essential national expertise, while promoting scientific and high-level competence, and enhancing general knowledge in the field of nuclear waste management.</p> <p>Contact persons within the Ministry of Employment and the Economy: Energy Department /Jaana Avolahti, tel +358 10 606 4836</p>		
Asiasanat Nyckelord Key words Nuclear waste management, research		
ISSN 1797-3562	ISBN 978-952-227-475-5	
Kokonaissivumäärä Sidoantal Pages 32	Kieli Språk Language Suomi, finska, Finnish	Hinta Pris Price € 13
Julkaisija Utgivare Published by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy	Kustantaja Förläggare Sold by Edita Publishing Oy / Ab / Ltd	

Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma, KYT2014 – Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2011–2014

Työ- ja elinkeinoministeriön toimeksianto nimesi maaliskuussa 2010 ryhmän, jonka päätehtävänä oli suunnitella uuden tutkimusohjelman sisältö. Tutkimusohjelman tavoitteena on varmistaa, että viranomaisten saatavilla on riittävästi ja kattavasti sellaista ydinteknistä asiantuntemusta ja muita valmiuksia, joita tarvitaan ydinjätehuollon erilaisten toteutustapojen ja menetelmien vertailuun. Tutkimusohjelman puiteohjelma on vuosille 2011–2014.

Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 Edita
Vaihde 020 450 00

Edita asiakaspalvelu
Puhelin 020 450 05
Faksi 020 450 2380

Edita-kirjakauppa Helsingissä
Kustantajien Kirjahulma
Sanomatalo, Elielinaukio 1
Puhelin 020 450 2566

Painettu
ISSN 1797-3554
ISBN 978-952-227-474-8

Verkkojulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-227-475-5



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ
ARBETS- OCH NÄRINGSMINISTERIET
MINISTRY OF EMPLOYMENT AND THE ECONOMY