

# KYT2022

Puiteohjelmaluonnoksen esittely  
STUK 20.8.2018

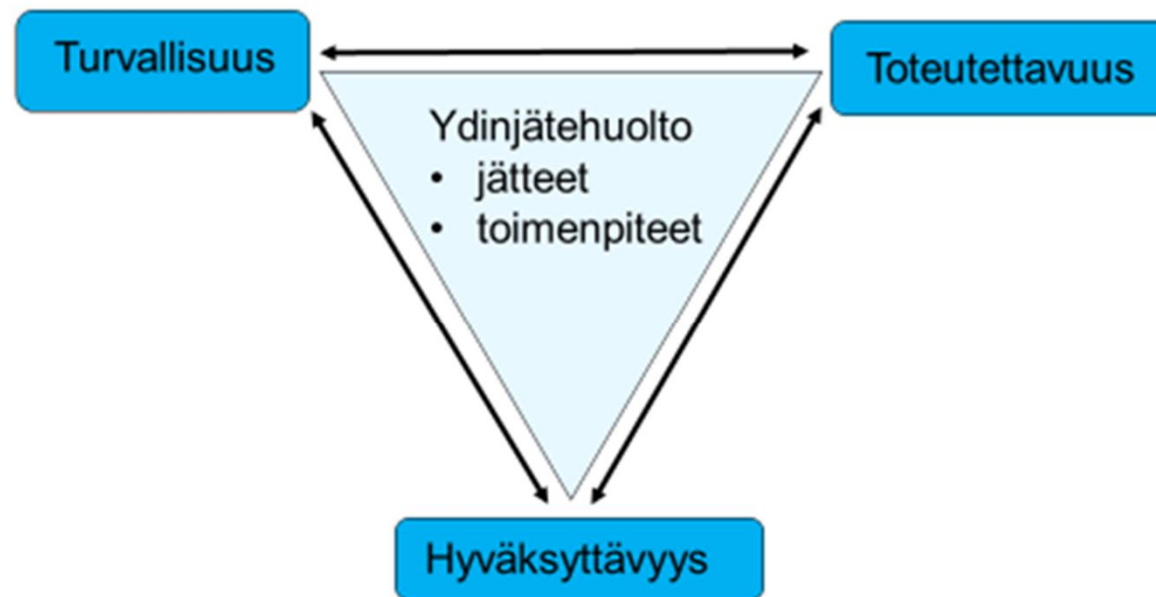
# Ydinjätehuollon kotimainen toimintaympäristö KYT2022-kaudella

- Posivalle on myönnetty rakentamislupa 2015 ja se on aloittanut loppusijoituslaitoksen rakentamisen. Käyttölupahakemusta odotetaan 2020.
- Ydinvoimahankkeet
  - Olkiluoto 3:n käyttöönotto.
  - Fennovoiman loppusijoitussuunnitelmien tarkentaminen.
- VTT:n tutkimusreaktorin käytöstäpoisto.

# KYT2022-ohjelman tutkimusaihealueiden tarvearviointi

- KYT2022-tutkimusohjelman pääaihealueet ovat samansuuntaiset kuin KYT2018-ohjelmassa.
  - Uusia aihealueita mm. kokonaisturvallisuuskäsitys
  - Erilainen ryhmittely
- Tutkimusohjelman johtoryhmä voi täsmentää vuosittain aihepiirien keskinäistä ja sisäistä painotusta.
- Pitkäaikaisturvallisuuden merkitystä on korostettu jonkin verran KYT2022-ohjelmassa.

# KYT2022-ohjelman tutkimusaihealueet



# Ydinjätehuollon turvallisuus - Kokonaisturvallisuus

- Ydinjätehuollon alueelle yhtenäinen viitekehys kokonaisturvallisuuden arvioimiseen
  - Perinteinen syvyyspuolustus käsitys integroimalla samaan malliin turvallisuutta ylläpitävät tekniset rakenteet, prosessijärjestelmät sekä organisaatioiden ja ihmisten toiminta ottamalla huomioon sekä käyttöturvallisuus että pitkäaikaisturvallisuus.
- Tarvitaan tutkimusta siitä, miten parhaiten liitetään samaan viitekehykseen:
  - Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja onnettomuudet
  - Loppusijoituslaitoksen eri kehityskulkuihin ja harvinaisiin tapahtumiin varautuminen ← laitospaikan ominaisuudet ja vapautumisesteiden toimintakyky
  - Turvallisuusperustelun metodiikka
  - Ihmisen ja organisaatioiden vaikutus turvallisuustoimintoihin
  - Turvajärjestelyjen ja ydinmateriaaliturvallisuuden vaatimukset → 3S (Safety, Security, Safeguards)
  - Alalla toimivien organisaatioiden roolit, toimintalogiikat, vaikutus ja tehtävät syvyyspuolustuksen ylläpitämisessä
  - Riskikäsitykset ja riskien hyväksyttävyys.

# Ydinjätehuollon turvallisuus – Käytetyn ydinpolttoaineen huolto

- Merkittävimmät tutkimushaasteet koskevat loppusijoituslaitoksen pitkäaikaisturvallisuutta:
- Toimintakykyanalyysi
  - Raportoidussa turvallisuusperustelussa käytettyjen perustavaa laatua olevien oletusten testaaminen
  - Poikkitieteelliset tutkimukset loppusijoitustilan sulkemisen jälkeisen muutosvaiheen ilmiöistä, niiden turvallisuusvaikutuksista ja niiden turvallisuusvaikutusten arvioinnin epävarmuuksista
    - kemiallisia, kalliomekaanisia, hydrologisia, termisiä, biologisia ja säteilyyn liittyviä ilmiöitä sekä monenlaisia kytkettyjä prosesseja

# Ydinjätehuollon turvallisuus – Käytetyn ydinpolttoaineen huolto

- Osajärjestelmät
  - Käytetty polttoaine
    - Mm. poistopalamien vaikutus
    - Mahdollisuus SAFIR-yhteistyöhön
  - Kapseli
    - Kemialliseen ja mekaaniseen kestävyyteen liittyvä tutkimus
  - Puskuri ja täyteaineet
    - Kytkeyt mallit (THMC), mikrorakenne, eroosio, minearologiset muutokset jne.
  - Betoni
    - Betonirakenteiden pitkäaikaiskäyttäytyminen loppusijoitusolosuhteissa
    - Koskee koko ydinjätehuollon kenttää
  - Kallioperä
    - Kallioperän pidätysominaisuudet, kalliomallien epävarmuuden arviointi, kallioperän rikkonaisuuden geologinen tausta, radionuklidien kulkeutumismallinnus jne.
  - Biosfääri
    - Altistusreitit, biosfäärin kehittyminen jne.

# Ydinjätehuollon turvallisuus – Voimalaitosjätteiden huolto

- Hyvin matala-aktiivisen jätteen määräloppusijoitus
- Erilaiset jätteiden käsittelytekniikat
  - Esim. termiset käsittelyt
- Loppusijoitukseen liittyvät prosessit ja kulkeutuminen



# Ydinjätehuollon turvallisuus – Käytöstäpoistojätteen huolto

- Käytöstäpoistojätteen käsittelyyn liittyvä tutkimus:
  - Näytteenotto- ja karakterisointimenetelmiä radionuklidien inventaarin selvittämiseksi
  - Luotettavia analyyttisiä metodeja ja todennettua laskentaa vaikeasti mitattavien nuklidien havaitsemiseksi
  - Reaktoripaineastioiden pitkäaikaiskestävyys
  - Kemiallisen ja mekaanisen evoluution yhdistäminen muihin prosesseihin

# Ydinjätehuollon turvallisuus – Muun radioaktiivisen jätteen huolto

- KYT-tutkimusohjelmassa voidaan tutkia myös muita radioaktiivia jätteitä erityisesti, mikäli ne käsitellään, välivarastoidaan tai loppusijoitetaan ydinlaitosten laitosalueille.
- Tällaisia jätteitä voisivat olla:
  - Luonnossa esiintyvät radioaktiiviset aineet (Naturally Occuring Radioactive Material, NORM)
  - Käytöstä poistetut umpilähteet ml. korkea-aktiiviset umpilähteet (High Activity Sealed Source, HASS) ja niiden käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneet radioaktiiviset jätteet

# Ydinjätehuollon turvallisuus - Avainaiheet

- Ydinjätelaitoksen kokonaisturvallisuuden ja erityisesti pitkäaikaisturvallisuuden arviointi
  - teknisten vapautumisteiden järjestelmää kokonaisuutena usean tieteenalan koordinoituna yhteistyönä.
- KYT2022-ohjelmassa halutaan nostaa esiin sellaisia poikkitieteellisiä uusia tutkimusaiheita tai näkökulmia aiemmin tutkittuihin aiheisiin, joita parhaiten tutkittaisiin koordinoituissa hankkeissa:
  - Käytöstäpoistokonsepti, johon voi liittyä esim. jätteiden karakterisointia ja paineastian kestävyystutkimusta loppusijoitusolosuhteissa. Aiheessa on mahdollista tehdä KYT-SAFIR-yhteistyötä ja kehitetyllä kansallisella valmiudella voi olla kansainvälistä yhteistyöpotentiaalia, sillä käytöstäpoisto on maailmalaaajuisesti lisääntyvän huomion kohteena
  - Vapautumisestejärjestelmän osien keskinäiset vuorovaikutukset loppusijoitusolosuhteissa, esim. mikrobien vaikutus teknisten vapautumisesteiden järjestelmään
  - Loppusijoitustilan sulkemisen jälkeisen voimakkaimman muutosvaiheen (esim. käytetyn polttoaineen voimakas lämmöntuotto muutaman tuhannen vuoden ajan) vaikutus teknisten vapautumisesteiden järjestelmään.

# Ydinjätehuollon turvallisuus - Avainaiheet

- Muistakin aiheista voidaan esittää koordinoituja hankkeita. Edellä mainitut esimerkit eivät sulje pois muita aihepiirejä.
- Koordinoitujen hankkeiden aiheiden lisäksi avainaiheeksi voidaan katsoa matala-aktiivisten jätteiden maaperäloppusijoitus.

# Ydinjätehuollon toteutettavuus

- Suomessa ydinjätteen loppusijoitusjärjestelmän kehitys on kansainvälisesti verrattuna pitkälle edennyt
  - KYT2022 yhdeksi tutkimuksen painopisteeksi on noussut ydinjätehuollon toteutettavuus:
    - loppusijoitusjärjestelmän vaatimuksenmukaisuus
    - Valmistettavuus
    - Asennettavuus
    - Kustannustehokkuus turvallisuutta vaarantamatta
    - Riittävä tutkimusinfrastruktuuri ja kansallisen osaamisen säilymisen varmistaminen
  - Toteutettavuuteen kuuluu olennaisesti erilaisten teknologioiden toteutettavuuden arviointi ja vertailu toisiinsa
- Ydinjätehuollon teknologiat
- Ydinjätehuollon teollistaminen
- Ydinjätehuollon tutkimusinfrastruktuurin kehittäminen

# Ydinjätehuollon toteutettavuus - Ydinjätehuollon teknologiat

- Viranomaisten saatavilla tulee olla ajantasaista tietoa ja asiantuntemusta tutkittavista ja kehitteillä olevista ydinjätehuollon vaihtoehtoista sekä asiantuntemusta Suomessa toteutettavan ydinjätehuollon erilaisten toteutustapojen ja menetelmien arviointiin.
  - Uudet tai vaihtoehtoiset tekniset ratkaisut ja olemassa olevien menetelmien parantaminen
  - Kehittyneet polttoainekierrat
  - Käytetyn ydinpolttoaineen väliaikaisvarastoinnin eri vaihtoehdot
    - Vesiallasvarastointi, jota myös useat muut maat käyttävät. kuivavarastointivaihtoehtoja;
    - Vesiallasvarastointi voidaan myös porrastaa kuivavarastointiin, niin, että alkuvaiheen suuremman lämmöntuoton aikana käytettäisiin vesiallasvarastointia
    - Välivarastoinnin ja käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelyn kohdalla on olemassa ilmeinen kytkös KYT- ja SAFIR –ohjelmien välillä

# Ydinjätehuollon toteutettavuus - Ydinjätehuollon teollistaminen

- KBS-3 -konseptin sisällä suunnittelussa vielä mahdollisuus kehittää eri materiaaleja ja valmistusmenetelmiä ja tutkia niiden vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen
- Matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittely siten, että loppusijoitettava tilavuus pienenee ja jäte on saatettu vaikealiukoiseen muotoon, ovat kiinnostavia tutkimusaiheita
- Erityisesti käytöstäpoistojätteiden kohdalla on vielä runsaasti mahdollisuuksia verrata eri materiaaleja, valmistusmenetelmiä ja loppusijoituksen rakenteellisia ratkaisuvaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen.

# Ydinjätehuollon tutkimusinfrastruktuurin kehittäminen

- KYT-ohjelman tavoite on kartoittaa muut ydinjätetutkimukseen soveltuvat infrastruktuurit ja niiden kansallinen käytettävyys; samassa yhteydessä on luontevaa selvittää infrastruktuureja koskevat tarpeet
- Kansallisen infrastruktuurien verkoston muodostaminen, joka voisi kokonaisuutena tukea tutkimusohjelman kokeellisia hankkeita



# Ydinjätehuollon hyväksyttävyys

- Yhteiskunnallisen tutkimuksen tulee keskittyä aiheisiin, jotka mahdollisesti nousevat yhteiskunnalliseen keskusteluun muutamien vuosien kuluttua sekä aiheisiin, joista on hyödyllistä käydä keskustelua toistuvasti.
- Kiinnostavia tutkimusaiheita ovat mm.
  - Toteutunut eettinen ja julkinen keskustelu
  - Loppusijoitussuunnitelmien kehittyminen teolliseksi toiminnaksi (teollistaminen)
  - Loppusijoituksen toteutettavuus
  - Loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeisen tarkkailun ja valvonnan tarve
  - Tiedon luotettavuus ja säilyttäminen.