VTT

# Lessons learned from the decommissioning of FiR 1 TRIGA

Markus Airila, VTT

29/11/2022 VTT – beyond the obvious



## FiR 1 30.6.2015

----

HUOME TÄRKRYTÄ ENNEN REAKTOREN KÄYNNISTYYTÄ YALVOMOR YL ETTÄ MONITOROINTIORJELMAN TÄLLENNI S ON PÄÄLLÄ

Decommissioning licence 17.6.2021



## VTT and Finland have learned lessons on several topics

- ✓ Licensing steps
- **Q** Characterization
- Waste planning
- Decommissioning plan refinement
- **& Organization**
- Cost estimation

#### **Division of duties between ministries** According to the Finnish Radiation Act





## Four levels of nuclear energy regulation in Finland



**Structure of decommissioning licence application, schematic** 

According to Nuclear Energy Decree

Technical planning

Fundamental safety related studies



Safety classification [Fortum 2017]			Work instructi [BNG 2017]	ions	LILW interim storage [Fortum 2016, TVO 2017]			LILW final disposal [Fortum 2017]		
Dismantlin	g plan [BNG 2		Waste management and packaging plan [BNG & Fortum 2017]							
Clearance [Ruokola 2016, Räty 2017]	Inventory measurements [Räty 2017]		Envii	ronmental [El	Imapct As IA 2014]	ssessment	SNF accident			
Inventory report			Transports [Suolanen 2014	Grap alun	ohite & ninium	Radiation effect	ts nt	analysis [Rossi 2016]		





VTT

A license for decommissioning of a nuclear facility may be granted if:

2) the methods available to the applicant for - - - nuclear waste management shall be adequate and appropriate - - -



## **2 x 50% < 100%**

#### When probablities are concerned

#### Options for nuclear waste management FiR 1 Environmental Impact Assessment 2013–15



#### Procurement of decom and WM services Negotiation procedure



#### Steps during review of licence application

Submission of application 20.6.2017 (Ministry / Government)

Submission of technical documentation

Several batches 2017-18

Public hearing + invited statements (7 months)

VTT supplements the application (1.2.2019) + new hearing

STUK prepares safety assessment (published 2.4.2019)

Statement by Advisory Committee on Nuclear Safety

Statement by the Ministry of the Interior

Contract on decommissioning services (23.3.2020)

VTT supplements the application (23.4.2020)

VTT limits the application (spent fuel removed; 10.2.2021)

#### **Government granted the decommissioning licence 17.6.2021**

Total time about 4 years (insufficient information originally)



Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet

Ilmoitus

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa koskevan lupahakemuksen vireilläolosta

Työ- ja elinkeinoministeriö ilmoittaa hallintolain 41 §:n nojalla, että Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (jäljempänä VTT) on jättänyt 20.6.2017 valtioneuvostolle hakemuksen (TEM/1311/08.05.01/2017), jolla se hakee ydinenergialain (990/1987) 20 §:ssä tarkoitettua lupaa:

- 1. poistaa FiR 1-tutkimusreaktori käytöstä siten, että laitosalueella jäljellä olevien radioaktiivisten aineiden määrä on ydinenergialain nojalla asetettujen vaatimusten mukainen;
- pitää hallussa, käsitellä ja varastoida reaktorin käytettyä ydinpolttoainetta sekä muita käytön ja purkamisen yhteydessä syntyneitä ydinjätteitä;
- pitää hallussa, käyttää, käsitellä ja varastoida VTT:n hallinnoimalla materiaalitasealueella jo olevia muita ydinmateriaaleja, jota Säteilyturvakeskus, Euratom ja IAEA valvovat.

VTT pyytää samalla reaktorin nykyisen, vuoden 2023 loppuun voimassa olevan käyttöluvan raukeamista.

Jäljennös lupahakemuksesta on nähtävissä virka-aikana 29.8.2017–31.3.2018 seuraavissa paikoissa:

- Espoon kaupungin kirjaamo, Siltakatu 11 (Kauppakeskus Entresse, 3. kerros), Espoo
- Kauniaisten kaupungintalo, Kauniaistentie 10, Kauniainen
- Kirkkonummen kunnantalo, Ervastintie 2,

VTT

A license for decommissioning of a nuclear facility may be granted if:

2) the methods available to the applicant for - - - nuclear waste management shall be adequate and appropriate - - -

> Nuclear Energy Act Section 20 a

The service contract for decommissioning fulfils VTT's needs for nuclear waste management - - -**VTT can now state that the methods available to VTT for decommissioning**, including other nuclear waste management, have improved significantly and **they are adequate and appropriate**.

#### Design documents supporting the Final Decommissioning Plan and Final Safety Analysis Report

				-					-					
Open require		nents set by STUK	Liittyy päätök- seen	Asiakirjan numero	Name of document				Käsittely STUK:ssa	Toimitettu versio	Seuraava versio	Suunniteltu toimituspäiv	/ä	
	VTT:n on toimitettava FiR 1 -t	tutkimusreaktorin purkuvaihetta varten	STUK päätös	FiR 1-B64	FiR 1 käytöstä	poisto - Säteily	suojelusuunr	nitelma	Tiedoksi	(1.0)	1.0	17.8.20	22	
päivitetty Säteilysuojelukäsikirja liitteineen tai muu vastaava dokumen- taatio STUKille tiedoksi 6 kuukautta ennen purkutöiden aloittamista 2/E45551/2019 FIR 1-B65				FiR 1 käytöstäpoisto - Säteilysuojeluohje 1 - Työskentely valvonta-alueella Tiedoksi (1.0)					1.0	17.8.20	22			
	FIR 1-B66				FIR 1 käytöstäpoisto - Säteilysuojeluohje 2 - Tilojen luokittelu ja säteilyolosuhteiden seuranta Tiedoksi (1.0)					1.0	17.8.20	22		
		Avoin vaatimus			Liittyy päätök- seen	Asiakirjan numero	Asiakirjan nimi				Käsittely STUK:ssa	Toimitettu versio	Seuraava versio	Suunniteltu toimituspäivä
	Päätöksen 65/0010/2014	VTT:n on toimitettava FiR-1 reaktorin purkuvaiheen turvallisuusseloste STUKille hyväksyttäväksi vähintään kuusi kuukautta ennen ydinlaitok- sen purkamisen aloittamista. Turvallisuusselosteen päivityksessä on huomioitava esittelymuistioon kirjatut tarkastushavainnot.			STUK päätös 2/F48401/2018 1/F42422/2018 2/F42422/2018	FIR 1-A1 Tur	Turvallisuus	sseloste (purkuvaiheelle)			Hyväksyntä	3.4 (4.0) <sup>3</sup>	5.0	30.9.2022
vausta käyttölupa-aineisto kaisista tilajärjestelyistä or kuukautta ennen laitoksen		FIR 1 -tutkimusreaktorin purun aikana käytössä olevat ohjeen YVL C.7 vaatimuksen 417 mukaiset laitteistot ja järjestelmät on kuvattava purun turvallisuusselosteessa			STUK päätös 15.4.2019, 1/F41302/2019									
	Selvitys käytöstäpoiston a lojen raportoinnista on toin kuukautta ennen laitoksen on huomioitava päätökses	VTT:n on purun turvallisuusselosteessa - käsitellään käytöstäpoiston suunnitelluist niistä väestön yksilölle aiheutuvia vuosia huomioitava ainakin TTKE:ssa esitettyjei ten vesi- ja ilmapäästöjen aiheuttamat ar rin purusta aiheutuva suora säteily.	STUK päätös 2/F42271/2019 3/F42771/2019											
	FiR 1 –reaktorin purunaika	Päätöksen 65/0010/2014 vaatimuksen 4 mukainen purkutoimenpiteitä		STUK päätös	FiR 1-A13	Käytöstäpoistosuunnitelma				Hyväksyntä	3.1	4.0	30.6.2022	
	FiR 1 -reaktorin purun aika	kirja on toimitettava STUKille tiedoksi viir	sskeva työsuunnitelma ja säteilysuojelutoimenpiteltä kuvaava asia- rja on toimitettava STUKille tiedoksi viimeistään 6 kuukautta ennen itoksen purkuvaiheeseen siirtymistä. Mikäli käytöstäpoiston valmist		2/F42213/2018	FiR 1-B50	FiR 1 käytöstäpoisto - Työmaasuunnitelma				Tiedoksi	(2.0)4	2.0	30.6.2022
) Ī	VTT:n on toimitettava STU	laitoksen purkuvaiheeseen siirtymistä. M				FiR 1-B51	FiR 1 käytöstäpoisto - Laadunhallintasuunnitelma			Tiedoksi	(1.0)	2.0	30.6.2022	
	poiston aikaisten vesi- ja il	luvaineeseen sisaityy purkutoimenpiteita, on kuvaus toimitettava vii- meistään 6 kuukautta ennen purkutoimenpiteiden aloittamista. Toimi-		sta. Toimi-	d- mi-	FIR 1-B52	FiR 1 käytöstäpoisto - Karakterisointisuunnitelma			Tiedoksi		1.0	30.6.2022	
H	oolit, mittaus- ja menetteiv	tettavaan kuvaukseen on sisäilytettävä päätöksen 65/0010/2014 vaati- muksen 9 mukainen kuvaus poikkeavien annosmääritysten mahdoilis- tavista menettelvistä.				FiR 1-B54	FiR 1 käytöstäpoisto - Purkujätteen pakkaussuunnitelma					(1.0)	1.0	30.6.2022
1	Kaytostapoistovaihetta var valvonnasta vapautusmen					FIR 1-B55	FiR 1 käytöstäpoisto - Purkujätteen kuljetussuunnitelma				Hyväksyntä	(1.0)	1.0	30.6.2022
1	ävä kuvaus käytettävistä i	käytettävistä i Kuvaus on to autta ennen la mistuttava va pintakontamii onta-alueelta. yydettäessä e ajärjestelyistä vä ja lähetettä sen aloittamis			FIR 1-B56	FIR 1 käytöstäpoisto - Purkamisen työohje 1 - Valmistelevat toimenpiteet				Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022	
1	vaatimus 8). Kuvaus on to ään 6 kuukautta ennen lai					FiR 1-B57	FiR 1 käytöstäpoisto - Purkamisen työohje 2 - Reaktoritankin sisäosien purkaminen			Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022	
					FiR 1-B58	FIR 1 käytös	FiR 1 käytöstäpoisto - Purkamisen työohje 3 - Primääri- ja vedenpuhdistuspiirien purkaminen			Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022	
	VTT:n on varmistuttava va				FIR 1-B59	FIR 1 käytös	stäpoisto - Purkamisen työohje 4 - BNCT-keilarakentei	e 4 - BNCT-keilarakenteiden purkaminen			(1.0)	2.0	17.8.2022	
ł	amista valvonta-alueelta.					FiR 1-B60	FIR 1 käytöstäpoisto - Purkamisen työohje 5 - Biologisen suojan purkaminen			Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022	
ľ	pystyttävä pyydettäessä e Selvitys turvajärjestelyistä				FIR 1-B61 FIR 1 käytöstäpoisto - Purkamisen työohje 6 - Jäljellä olevien apujärjestelmien, rakenteide komponenttien purkaminen				akenteiden ja	Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022	
1	on päivitettävä ja lähetettä				FiR 1-B62	FIR 1 käytöstäpoisto - Purkamisen työohje 7 - Työmaan siivoaminen		Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022			
sen	n purkamisen aloittamis				FiR 1-B63	FiR 1 käytöstäpoisto - Pakkaajan ohje		Tiedoksi	(1.0)	2.0	17.8.2022			
Päivitettävät laitosdokume kohtaiset raportit, joihin el käyttölupa-aineistossa osan kuvaausta. Organisaatlokuva västä säteilysuojeluorganisa koskien säteilysuojelun asia ton aikana							(Säteilysuoj	ielun suunnitelmat eritellään jäljempänä toisten vaatimu	isten yhteyde	ssä)			L	
		Päätöksen 65/0010/2014 vaatimuksen 5 täyttyminen on osoitettava käyttölupa-aineistossa osana käyttöstäpoiston aikaisen organisaation kuvausta. Organisaatiokuvaukseen on sisällytettävä kuvaus käytettä- västä säteilysuojeluorganisaatiosta sekä pääpiirteinen suunnitelma koskien säteilysuojelun asiantuntijoiden tavoitettavuutta käytöstäpois- ton aikana.			STUK päätös 10.4.2018, 2/F42213/2018	FiR 1-A10	Johtosääntö			Hyväksyntä / Tiedoksi <sup>5</sup>	10.2	(pidetään ajan tasalla)	(pidetään ajan tasalla)	
						FiR 1-B50	FiR 1 käytös	stäpoisto - Työmaasuunnitelma (mainittu jo edellä)			Tiedoksi	(2.0)	2.0	30.6.2022

## Licensing – Summary

VTT fulfilled all prerequisites of the licence only after signing the service contract on decommissioning.

Planning and preparation progressed much during licence review time. Also spent fuel was removed from FiR 1.



## VTT and Finland have learned lessons on several topics

- ✓ Licensing steps
- **Q** Characterization
- **Waste planning**
- Decommissioning plan refinement
- **& Organization**
- Cost estimation

#### **Progress of characterization work** Calculations and measurements

- Characterization provides data for
  - Dismantling
  - Waste management
- Transportation
- Waste final disposal
- Aim is to ensure **safety** (minimize doses) and **cost-efficien** (optimize amount of waste and packages)
- Loviisa WAC  $\rightarrow$  converging plans from optioneering to practical level
- Optimizing packing, waste handling procedures and logistics
- Compatible measurement methods and bookkeeping
- Repository-specific final disposal safety case assessment

### **Detailed calculation on dismantling waste** Relatively small inventory and volume

Highest material-wise calculated activities

Steel (Fe-55, Ni-63, Co-60) 1,9 TBq

- Rotary specimen rack 1,7 TBq

Fluental 1,3 TBq

- H-3 >> 99%

Estimate on total inventory, excluding spent fuel:

#### Less than 5 TBq

= ca. 1 / 40 000 of Loviisa NPP inventory

Estimate on volume of dismantling waste:

100 m<sup>3</sup>

(as packed for interim storage)





#### Sampling of active concrete December 2018



VTT

VTT



# Sampling of active concrete

**December 2018** 

Reisin pumero. juol-sev

29.11.2022 VTT - beyond the obvious

22



#### Interim storage for dismantling waste Demonstrates waste volume (earlier concept design)





## VTT and Finland have learned lessons on several topics

- ✓ Licensing steps
- **Q** Characterization
- Waste planning
- **Decommissioning plan refinement**
- **A** Organization
- Cost estimation

### VTT

## **Evolution of detail in planning**

2007: Consultation on potential decommissioning strategies (Platom) Various options to execute the project Review of VTT's decommissioning plan for FiR 1 Suggestions for developing the plan Experiences from Frankfurt TRIGA decommissioning

### VTT

## **Evolution of detail in planning**

2007: Consultation on potential

decommissioning strategies (Platem)

Various opt Review of V Suggestion Experience 2013: Preliminary dismantling plan (Platom)

Available dismantling and demolition techniques

Experiences and data from several decommissioned foreign research reactors

One of the background reports for the EIA.

### **Evolution of detail in planning**

2013: Preliminary dismantling plan

2007: Consultation on potential

decommissioning strategies (Platem)

Various opt Review of V Suggestions Experience

(Platom)
Available di 2016: Detailed dismantling planning (BNG)
Experience of the operation suitable for the procurement of the dismantling works
Technical reports and work instructions (about 540 p.)
VTT prepared the first version of the decommissioning plan and SAR for decommissioning (approval by STUK)

## **Evolution of detail in planning**

2007: Consultation on potential decommissioning strategies (Platem)

(Platom)

Various opt Review of V Suggestion Experience 2013: Preliminary dismantling plan

Available di 2016: Detailed dismantling planning (BNG)

Experience All specific

foreign rese Documenta One of the dismantling Technical re

> VTT prepar plan and SA

2017 → Refine the detailed dismantling plan (Fortum)

Include all practical considerations:

- Site logistics
- Waste acceptance criteria
- Integrate dismantling, waste management, radiation protection and security operations





#### Final dismantling planning Example: cutting of the biological concrete shield

**Competitive tender for planning** Selected contractor: Babcock Noell (2016) Fortum refined the plan in 2021

Selected dismantling technique for concrete Removal of activated parts around neutron beam tubes Use diamond wire cutting

The plan forms the basis for... Technical part of the licensing documentation Also supports costing calculations



Babcock Noell GmbH

#### **Final dismantling planning in 2021** Example: cutting of the biological concrete shield





#### **Final dismantling planning in 2021** Example: cutting of the biological concrete shield





VT





## VTT and Finland have learned lessons on several topics

- ✓ Licensing steps
- **Q** Characterization
- Waste planning
- Decommissioning plan refinement
- **B** Organization
- Cost estimation

## Management system re-organized to support decommissioning





#### **Shift supervisor represents VTT** Site manager represents Contractor





## VTT and Finland have learned lessons on several topics

- ✓ Licensing steps
- **Q** Characterization
- Waste planning
- Decommissioning plan refinement
- **& Organization**
- **Cost estimation**



## Lessons learned

#### First nuclear facility to be decommissioned in Finland

#### Impact on national regulation and practices

- → Interpretations of specific requirements (safety goals and practice)
- → MEAE and STUK used FiR 1 experiences in development of legislation

#### Experience gained in the project organization

- → Active owner in dismantling planning projects
- $\rightarrow$  In-house experience in inventory modelling and measurements

#### Adapting the organization to decommissioning

- → Retained all operating personnel + key recruitments
- → Safety culture assessment 2018 recommendations being implemented, follow-up

#### Main challenge: uncertainty over waste solutions at shutdown

- $\rightarrow$  Licensing: long preparation and review times
- → Planning: slow convergence of plans (lack of fixed boundary conditions)

### See also

#### VTT's info pages on the decommissioning project

http://www.vttresearch.com/services/low-carbon-energy/nuclearenergy/decommissioning-of-finlands-first-nuclear-reactor

#### **Decommissioning license application (Website of the Ministry)**

http://tem.fi/en/vtt-technical-research-centre-of-finland-ltd-s-licenceapplication-for-decommissioning



# beyond the obvious

Markus Airila Markus.airila@vtt.fi +358 20 722 5094 @VTTFinland

www.vtt.fi

linkedin.com/in/markus-airila-401434163/