

# FiR 1 TRIGA Reactor Decommissioning Licensing - Structured Argumentation

**M. Airila<sup>1</sup> and P. Kárpáti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> VTT Technical Research Centre of Finland

<sup>2</sup> IFE – Institute for Energy Technology, Norway

**DigiDecom 2018 Workshop  
Lillehammer 4.12.2018 at 10:10**

# FiR 1 in the Finnish nuclear energy program



30 May 1960: TRIGA order was signed  
by Frederic de Hoffman (General Atomics) and  
Minister Pauli Lehtosalo

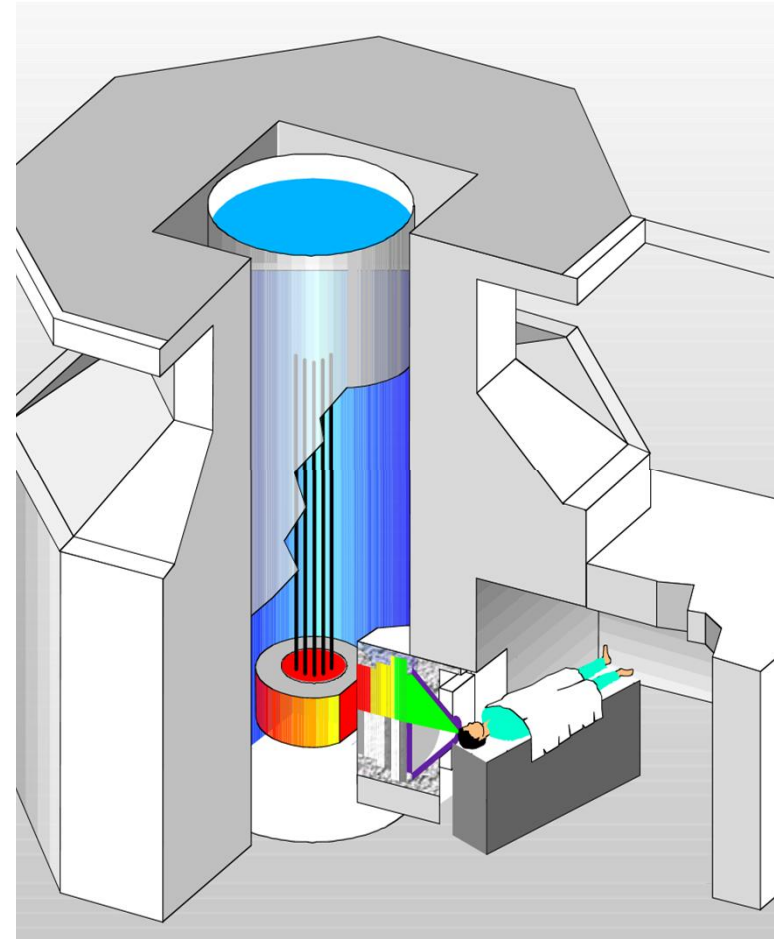
31 August 1962: FiR 1 inauguration  
President of the Republic Urho Kekkonen  
and Director of General Atomics  
Dr. Frederic de Hoffman with high level  
state and industry representatives



# History of FiR 1 in brief

## TRIGA Mark II, 250 kW

- Neutron beam research, activation analysis
- Isotope production ( $^{82}\text{Br}$ ,  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{140}\text{La}$  etc.), irradiation testing
- Facility for Boron Neutron Capture Therapy
  - BNCT treatments (> 200 patients) in 1997–2012
  - Special materials to be managed in decommissioning
- Operating license until 2023, shutdown 2015
- New “operating license” for decom 2019
- Inventory estimates (excluding fuel):
  - Mass 75 tons, volume 40 m<sup>3</sup> (mainly concrete)
  - Activity 3.3 TBq (BNCT moderator and steel > 1 TBq)



# Status of decommissioning

2012 VTT's decision to shut down FiR 1

2013–15 EIA for decommissioning

2015 End of operations

2016 Dismantling planning

2017 License application for  
decommissioning

Public hearing → 31.3.2018

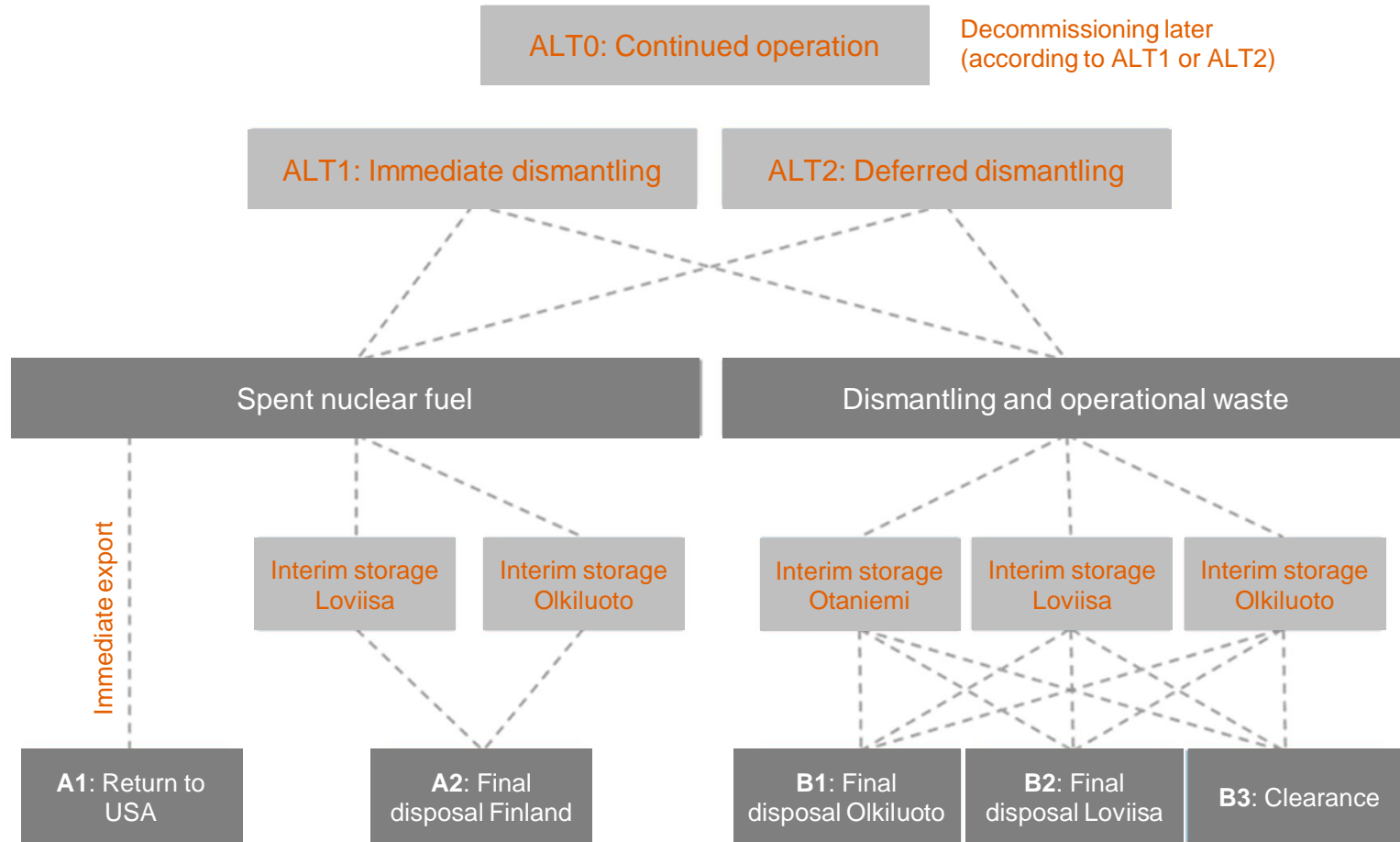
STUK's safety assessment → 31.3.2019

2021–24 Dismantling begins, subject to SNF solution



# Options for nuclear waste management

## FiR 1 Environmental Impact Assessment 2013–15



# Dismantling planning 2016–17

## Example: cutting of the biological concrete shield

### Competitive tender for planning

Relatively high interest, good tenders

Selected contractor: Babcock Noell GmbH & Fortum

### Work completed by BNG and reviewed by VTT

Practically in schedule (+ 1 month)

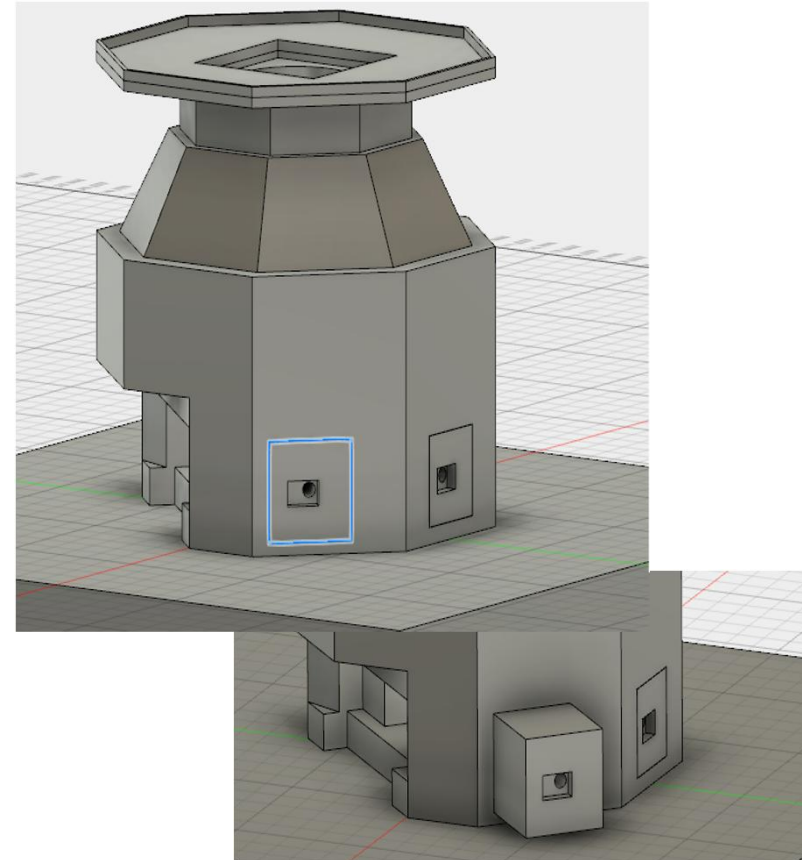
One small additional work order

Domestic regulation, packaging plan and safety classification scheme by Fortum

### The plan forms the basis for...

Technical part of the licensing documentation

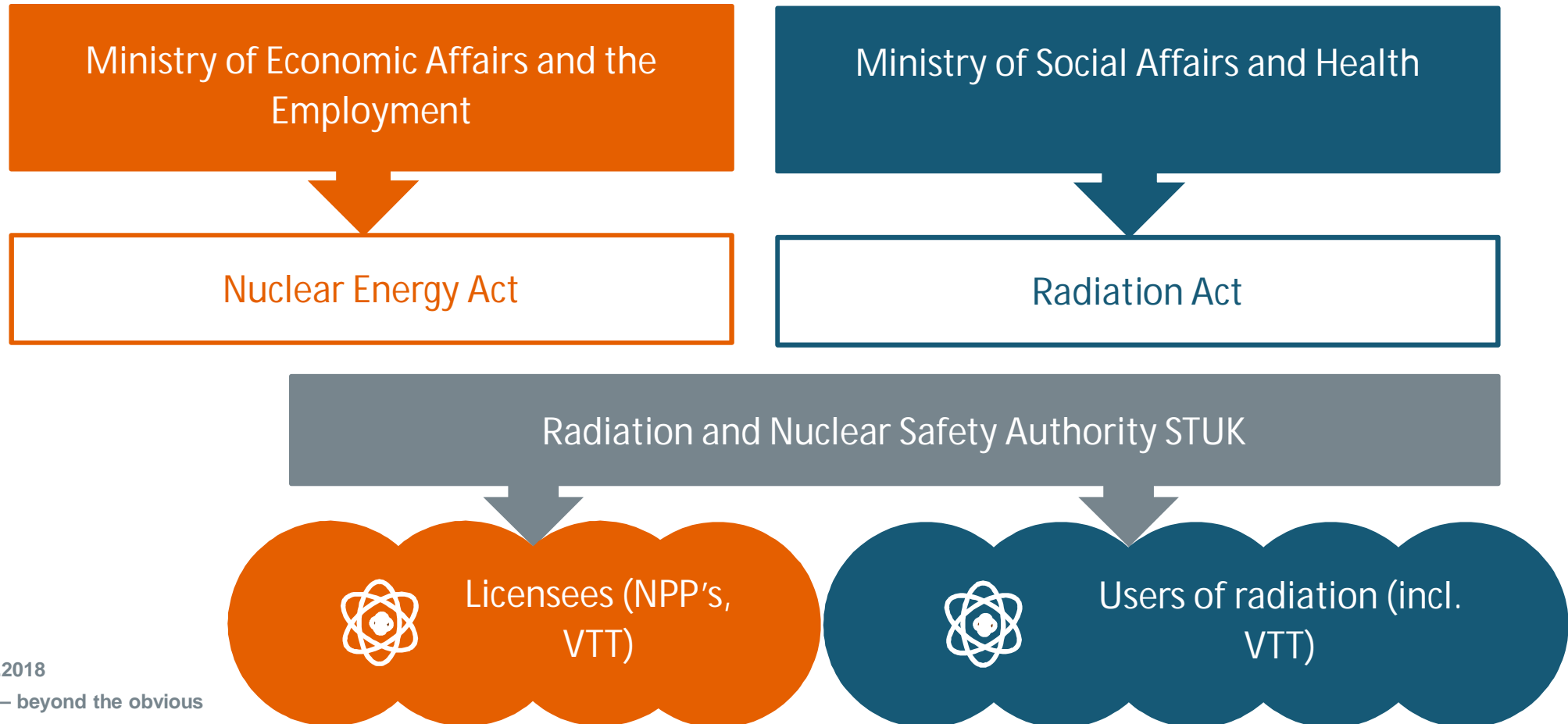
Also supports costing calculations



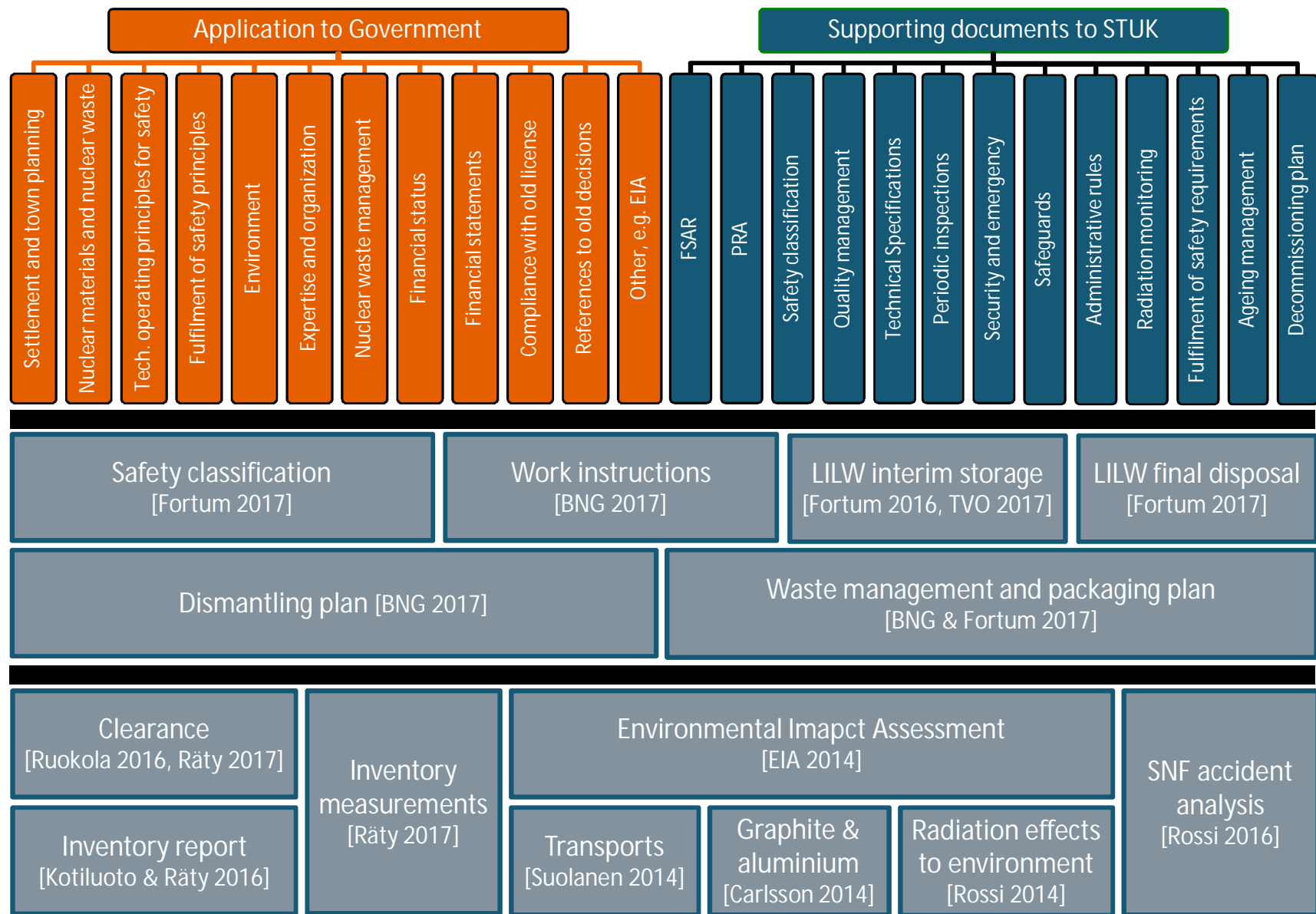
# Licensing for decommissioning

# Division of duties between ministries

## According to the Finnish Radiation Act







# Delivery of VTT's license application



License application delivered to the ministry on 20 June 2017. From left: Jorma Aurela and Linda Kumpula (MEAE); Satu Helynen and Markus Airila (VTT).



Project manager Markus Airila delivering the first set of documents for STUK's review on 30 June 2017.



Antti Rätty delivering the last set of documents for STUK's review on 29 March 2018.

27.11.2018

VTT – beyond the obvious

# Structured argumentation applied to decommissioning

## Case FiR 1

# Safety Demonstration

Documents, tasks, and argumentation to demonstrate sufficient safety

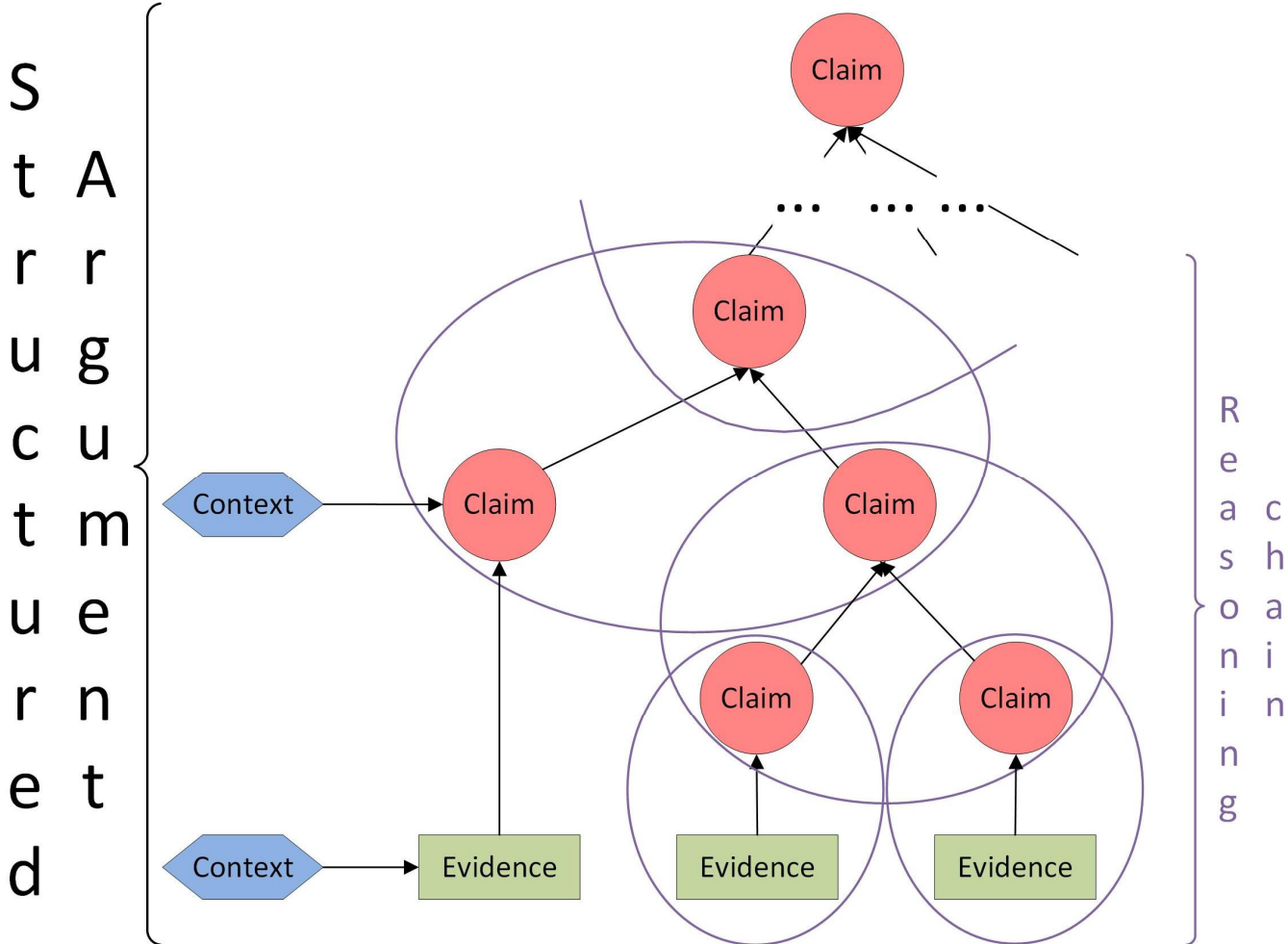
Advantages of **structured safety arguments** over linear-text based documentation

- Explicit logical structure → better assessable
- Supports communication between parties
- Improves safety, reduces regulatory uncertainty → saves costs

Preliminary version of the **safety demonstration of the decommissioning plan** should be included in previous versions

- “Living” document
- Detailed safety demonstration of the decommissioning plan should be prepared during the transition phase

# Basic model of structured argument

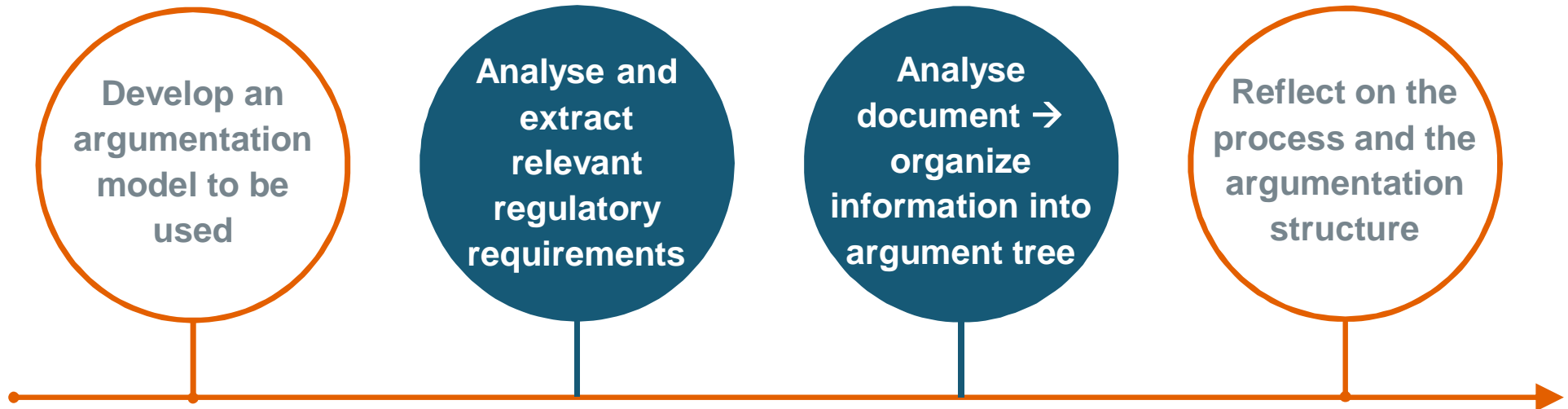


# Decommissioning case study

Use of structured argumentation for planning and demonstrating the safety of the decommissioning

**Requirements:** Nuclear Energy Act & Radiation Act

**Document:** License application for decommissioning (under review)



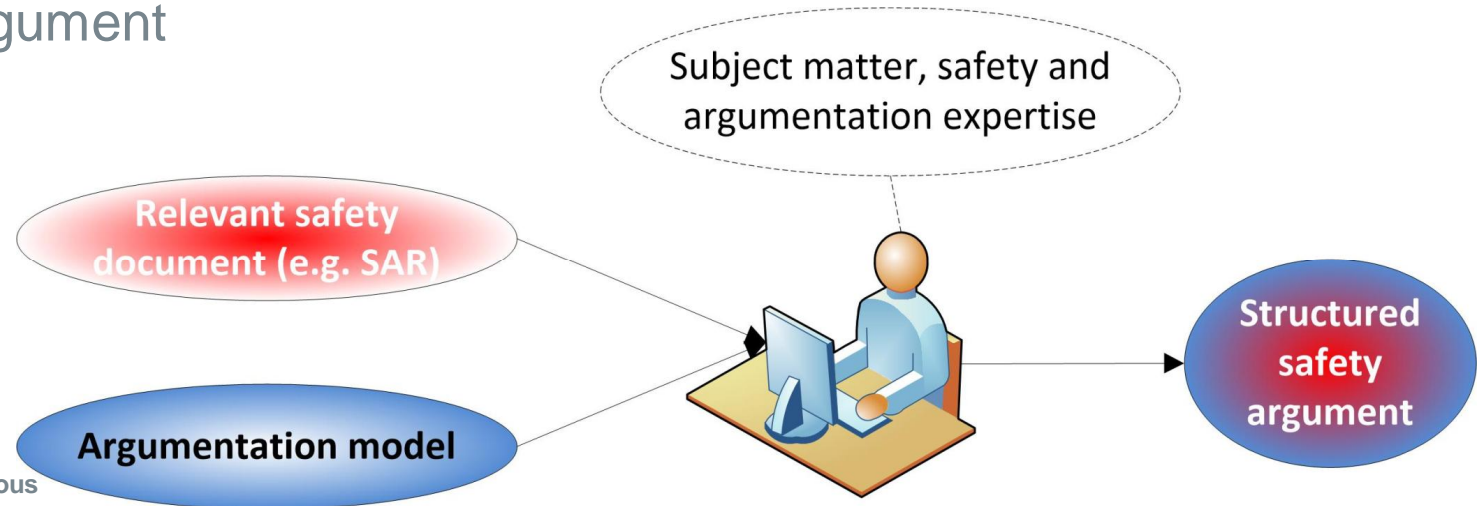


# InStrucT

## Prototype of an Information Structuring Tool

**Main functionality:** Organize and structure information according to *pre-defined categories and relations* between them

**Specific use:** Extract and organize existing data into a coherent *reasoning structure* to present a structured safety argument



# InStrucT in practice

## 1. Käytöstapoistostrategia ja -suunnitelma

Käytöstapoistosuunnitelma (YEL 7g§, YVL D.4/709)

FIR 1 tutkimusreaktorin käytöstapoistosta on ylläpidetty käytöstapoistosuunnitelmaa ydinenergiain mukaisesti. Laitoksen käyttö lopetettiin 30.6.2015 ja sen käytöstapoistoa koskeva lopullinen suunnitelma on toimitettu STUKille kahden vuoden päästä käytön lopettamisesta.

Käytöstapoiston ajoitus ja lopputila (YEL 7g§, 33§)

Käytöstapoistosuunnitelmassa asetetaan tavoitteeksi tutkimusreaktorin purkamisen vuoteen 2022 mennessä sekä käytetyn polttoaineen ja purkamisjätteen siirtämisen pois niin, että rakennus voidaan vapauttaa valvonnasta. Jos hankkeeseen viivästyy VTT:stä riippumattomista syistä, aikataulua tarkistetaan viimeistään vuonna 2019.

## 2. Säteilyturvallisuusvaatimukset

Työntekijöiden säteilyaltistus (YEA 22a-b§, YVL D.4/437, YVL C.2 luku3)

Työntekijöiden säteilyturvallisuus varmistetaan käyttämällä tarpeen mukaan suojavarusteita, säteily-suojia ja etäkäsittelemismenetelmiä ja rajoittamalla oleskelua alueilla, joilla on korkeita säteilytasoja. Hiukkasmaisten radioaktiivisten aineiden muodostumista rajoitetaan työmenetelmien valinnalla. Laaditun purkus suunnitelman mukaan työntekijöille aiheutuva kollektiivinen säteilyannos on noin 8 mmanSv (poislukien käytetyn polttoaineen siirrosta aiheutuva säteilyannos). Kaikkiaan työntekijöiden säteilyaltistuksen voidaan arvioida jäävän alle 10 mmanSv. Käytetyn polttoaineen ja purkajäteiden kulutuksista aiheutuvat säteilyannokset jäävät tehtyjen arvioiden mukaan tasolle 1 mmanSv.

Väestön säteilyaltistus (YEA 22a-b§ ja 36§, YVL D.4/304, YVL C.3 luku3 ja 4)

Suunnittelun lähtökohdaksi on asetettu, että purkamistoimista ei aiheudu käytännöllisesti katsoen iankaan radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joten ohjeissa YVL D.4 asetettu väestön säteilyaltistuksen raja-arvo 0,01 mSv vuodessa aillaan. Nestemäisten radioaktiivisten aineiden päästöjä ei ole. Hiukkasmaisten radioaktiivisten aineiden leviäminen estetään asianmukaisin työmenetelmin, tilapäisten työohjeiden sekä reaktorihallin ilmastointi- ja suodatusjärjestelmän avulla. Kaasumaisen tritiumin mahdolliset vuodot voivat aiheuttaa hyvin pieniä säteilyannoksia. Pähimmissä mahdollisissa onnettomuuksissa aiheutuvat säteilyannokset jäävät selvästi alle luokan 1 oleellisen onnettomuuden annosrajituksen 1 mSv. Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvontaa koskeva ohjelma on toimitettu STUKille.

## TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Vuorenhietie 3, Espoo  
PL 1000, 02044 VTT

Puh. 020 722 111  
Faksi 020 722 7001

etunimi.sukunimi@vtt.fi  
www.vtt.fi  
Y-tunnus 2647375-4



2 (5)

Säteilysuojelu- ja säteily (YVL D/417, YVL C.2.4.5 ja luku5)

Reaktorirakennukselle suunnitellaan säteilysuojelullinen vyöhykejako, kulku- ja muut säteilysuojelu-järjestelyt purkamisvaihetta varten. Ennen polttoaineen poiston ja purkutöiden aloittamista laaditaan näitä toimia koskevat säteilysuojeluohjeet.

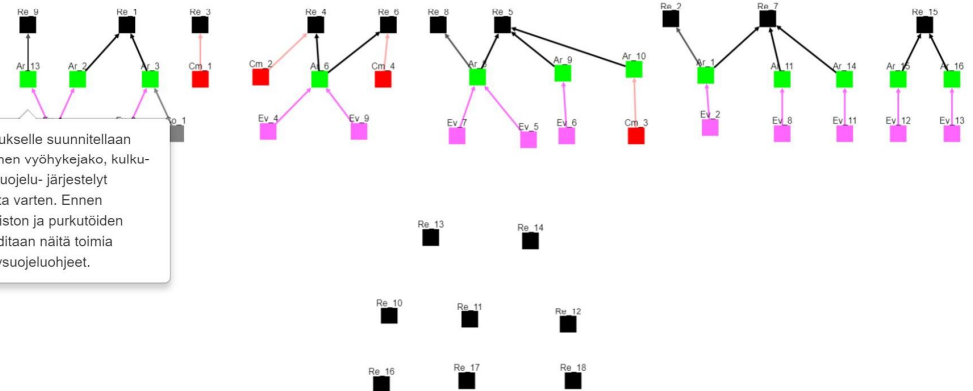
## 3. Muut turvallisuusvaatimukset

Käytöstapoistokokemuksen hyödyntäminen (STUK Y/1/21 §, YVL D.4/502)

Uuselta TRIGA-tyyppisä tutkimusreaktoreita on purettu ja saatuja kokemuksia on kuvattu avoimessa kirjallisuudessa. Purkus suunnitelman laatintu Babcock Noell GmbH (BNG) on perehtynyt hyvin TRIGA reaktoreiden purkamiseen Saksassa ja muualla. Käytetyn polttoaineen siirrosta reaktorista kuljetus-säiliöön huolehtiva US INL organisaatio on tehnyt lukuisia vastaavia siirtoja.

Säteilyturvallisuuden varmistaminen (YEL 7g§)

Reaktorirakennukselle suunnitellaan säteilysuojelullinen vyöhykejako, kulku- ja muut säteilysuojelu-järjestelyt purkamisvaihetta varten. Ennen polttoaineen poiston ja purkutöiden aloittamista laaditaan näitä toimia koskevat säteilysuojeluohjeet.



# Expectations based on the case study

## 1. Using structured argumentation

Thinking in a more systematic way

Explicitly outlined logical structure of the reasoning

Pointing out ambiguities, missing information

Some extra effort at the beginning

→ Expected to pay back in later stages in quality

## 2. Using InStrucT

Better overview and higher-level understanding

Supports analysis and evaluation of logic

Higher confidence in judgement

Just a prototype with limitations

## 3. Structured argumentation without a specific tool

Improvement over current practices

General purpose tools is more resource intensive

Losing interrelation information and annotation capability

# Summary and outlook

## First nuclear facility to be decommissioned in Finland

### License application for decommissioning June 2017

- STUK's statement expected Q1/2019 → followed by new license by the Government

### Uncertainties remain in waste management

- Relatively small activity and amount of waste
- Spent fuel: primary option US return, delayed
- Dismantling waste management with Finnish NPP operators

### InStrucT case study – decom licensing

- Public high-level document against legislation

Conclusion: Potential (prototype) tool, limited case

### Outlook

- Apply to technical level documents (more specific requirements)
- Work interactively in document preparation
- Connect to plant information management

## See also

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

<http://www.vttresearch.com/services/low-carbon-energy/nuclear-energy/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-licence-application-for-decommissioning>