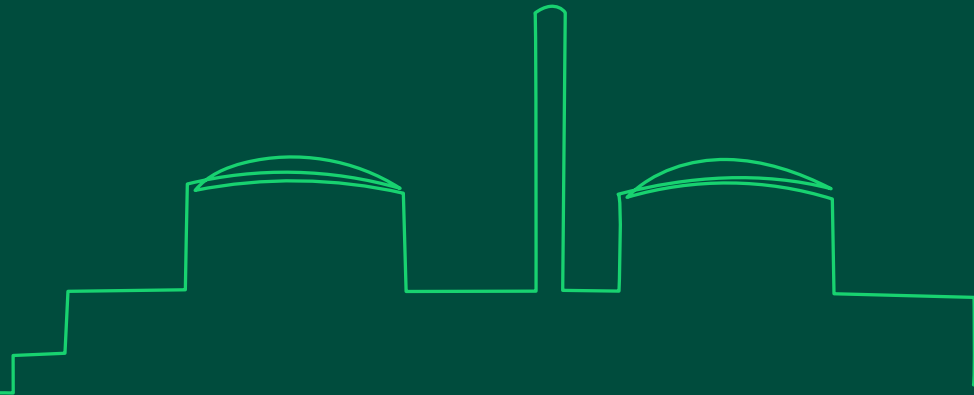


FiR 1 Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto

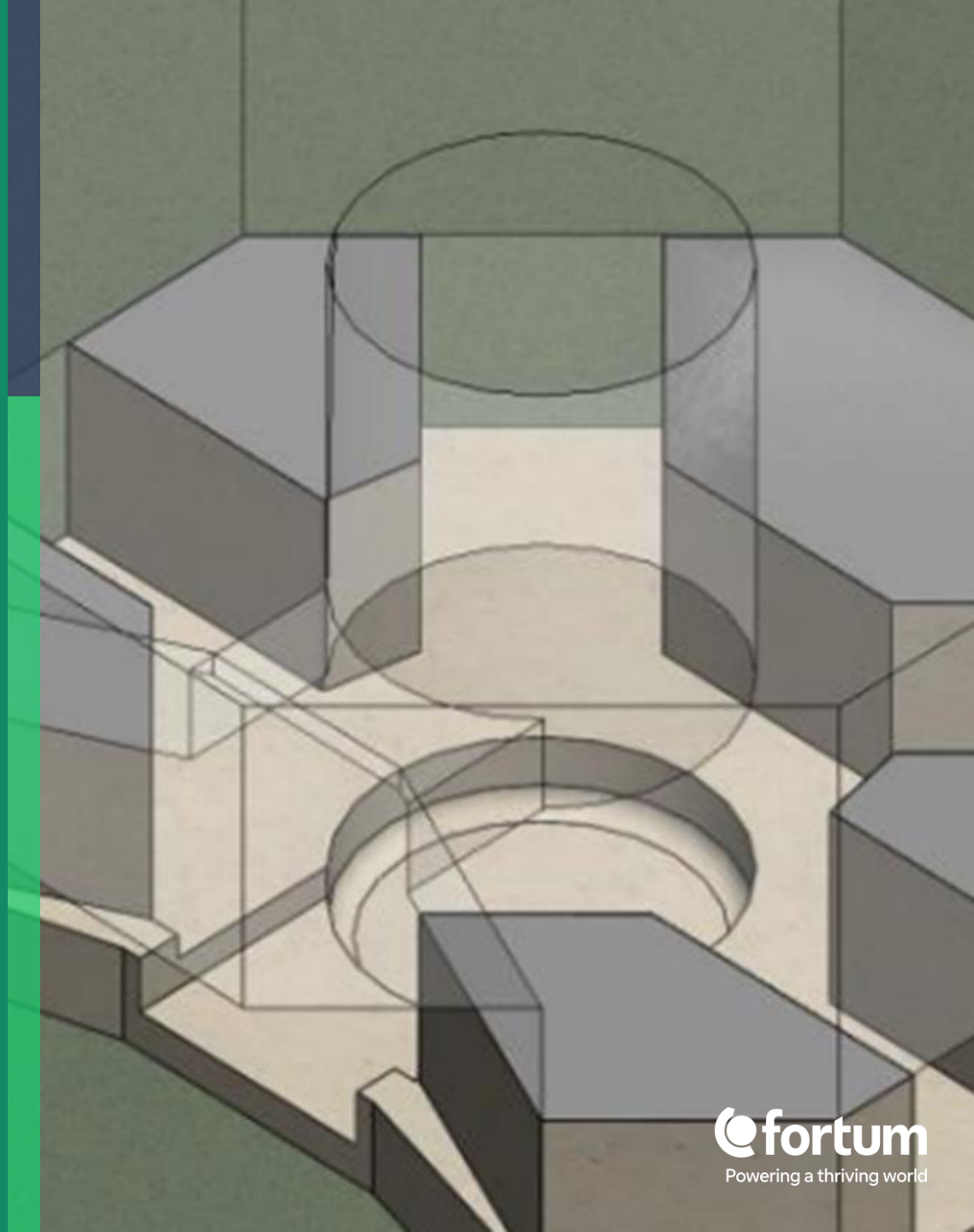
Marko Vuorela / Fortum Waste Solutions Oy

12.9.2024



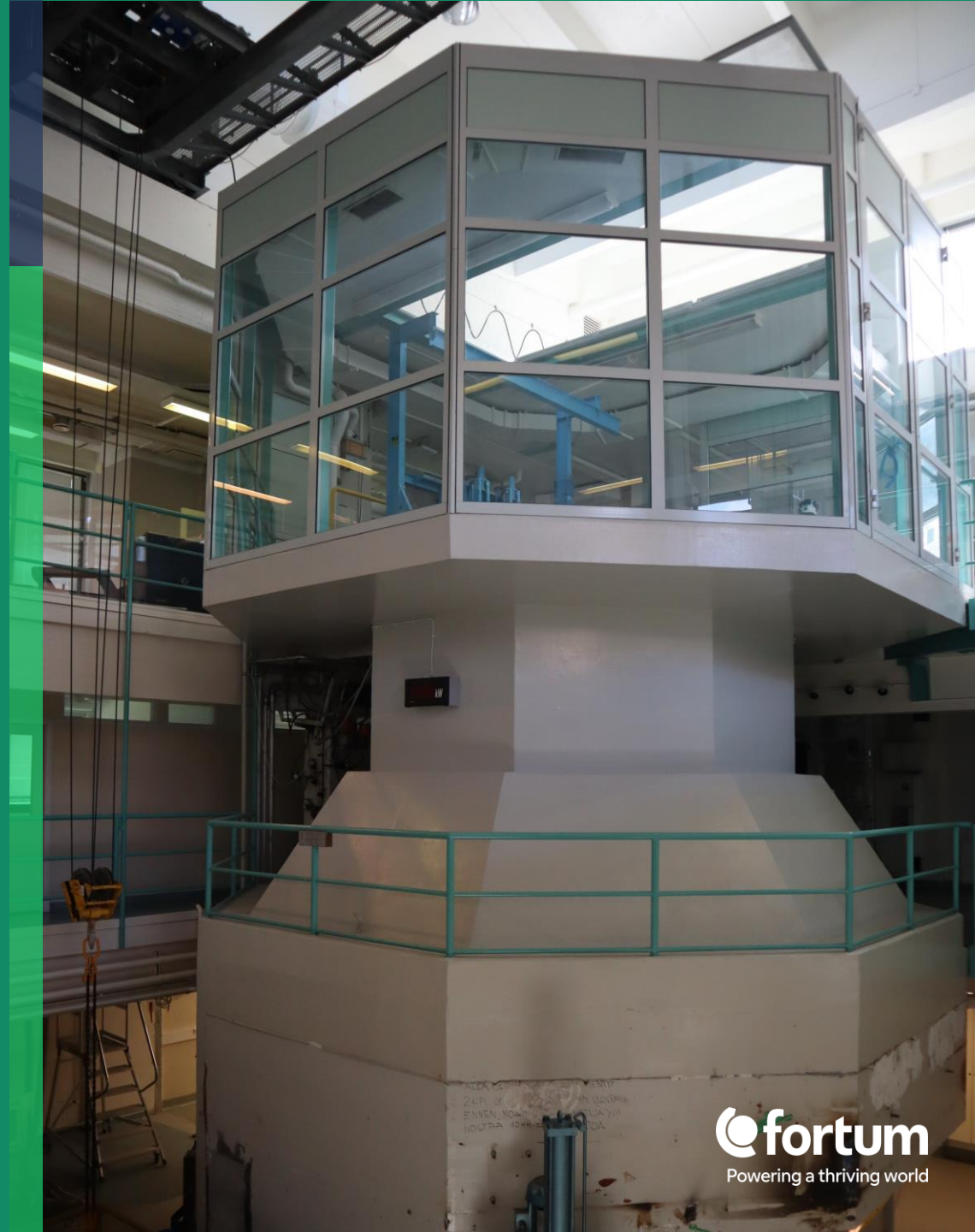
Sisältö

1. FiR1 käytöstäpoistohankkeen esittely
2. Jätehuollon suunnittelu
3. Purkamisen suunnittelu
 - Työvaiheet
4. Käytetyt suunnittelutyökalut
 - 3D-mallit ja taittokuvat
 - MCNP
5. Työmaakuvat

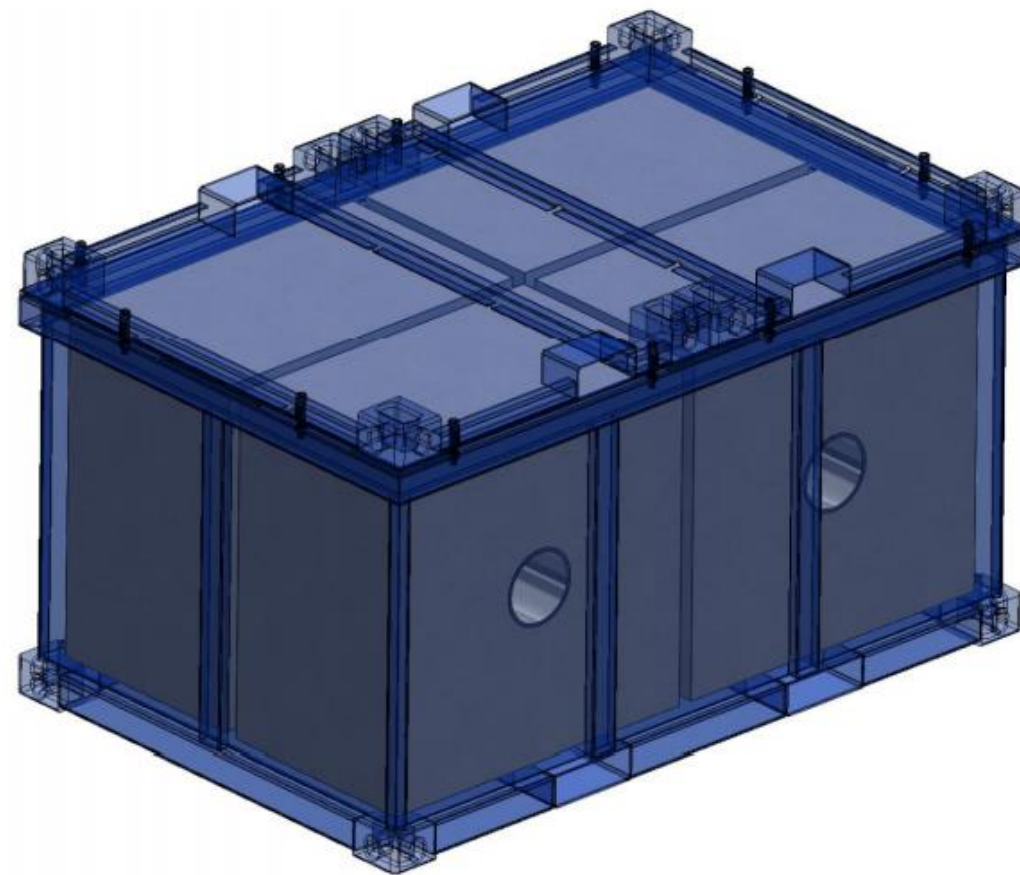
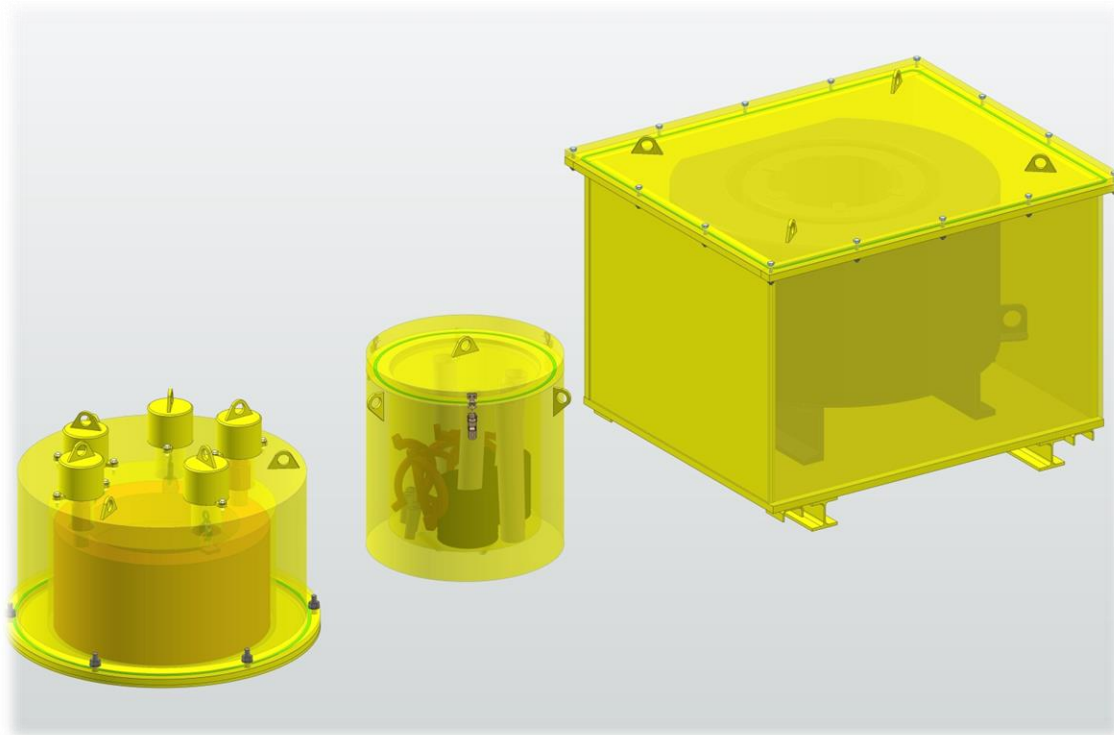


FiR 1 Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto

- FiR 1 TRIGA Mark II on ensimmäinen käytöstä poistettava reaktori Suomessa
- VTT:n ylläpitämä 1962-2015 isotooppitutkimukseen
- Käytettiin myös syövän hoitoon (sädehoito)
- Fortum Power and Heat Oy:n ja VTT:n välillä allekirjoitettiin vuonna 2020 sopimus, joka kattaa:
 - Suunnittelun
 - Purkamisen
 - Jätehuollon
 - Yksityiskohtaisen suunnittelutyön (työohjeet 2020 – 2022)
- Sisäosien purku alkoi kesäkuussa 2023 ja valmistui toukokuussa 2024

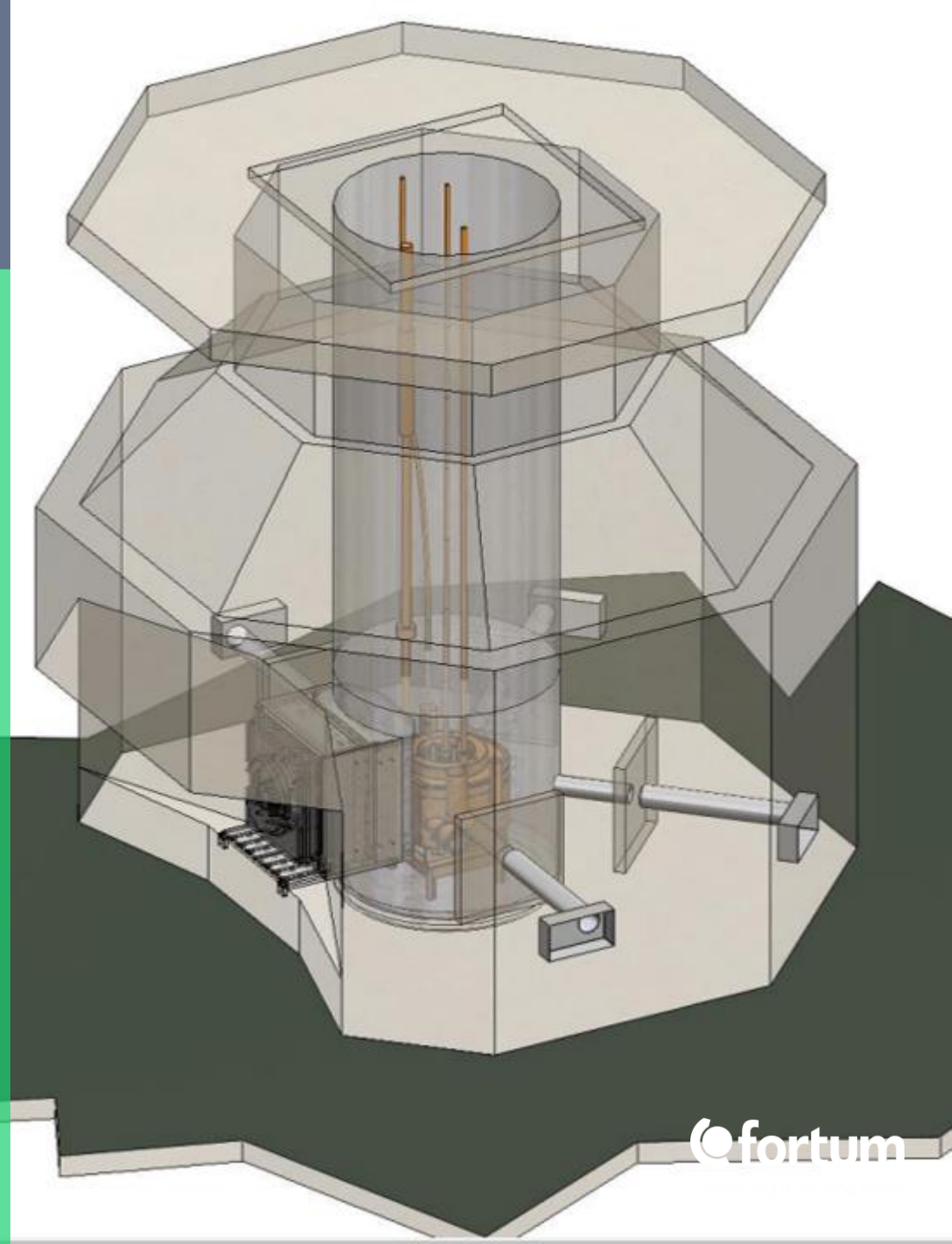


Ydinjätehuoltoon valmistetut jätepakkauskaukset



Purkamisen suunnittelu

- Purkaminen ja layout-suunnittelu sisälsivät kaikki tarvittavat toimenpiteet:
 - Työmaan infrastruktuuri ja logistiikka
 - Purkaminen ja jätehuolto
 - Säteilyturvallisuus
- 7 purkuvaihetta joista jokaisella on oma työohje:
 - Purkamisen valmistelu
 - Reaktorisäiliön sisäosat
 - Primääripiiri ja vedenpuhdistuspiiri
 - BNCT-asema (boorineutronikaappaushoito)
 - Biologinen kilpi, suihkuputket ja komponentit
 - Muut järjestelmät, rakenteet ja laitteet
 - Työmaan loppusiivous / -mittaus



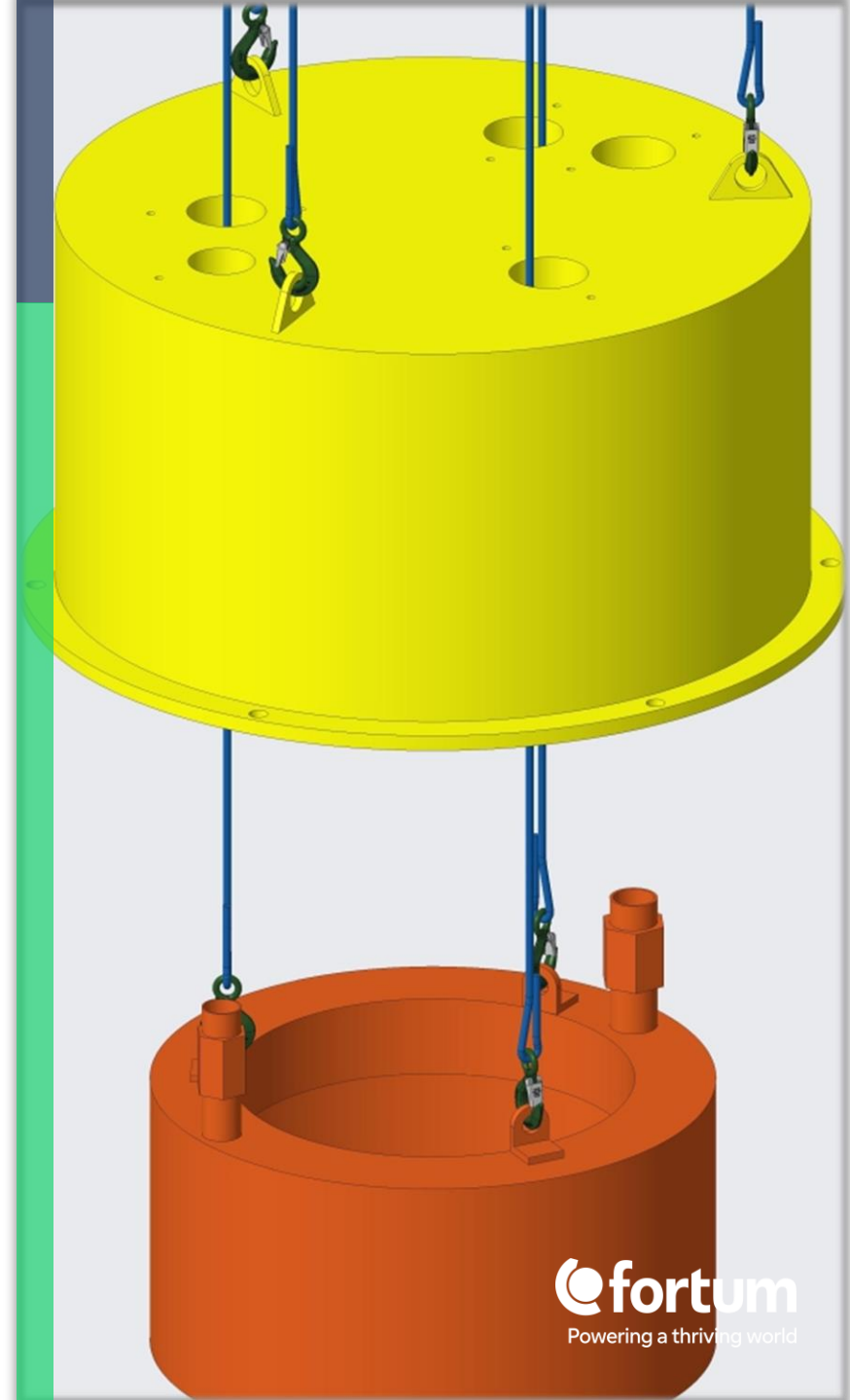
Purkuvaihe 1 – Purkamisen valmistelu

- Työpisteiden valmistelu
- Viemäröinnin muutokset (pesualtaat, suihkut, viemärit)
- Tarpeettomien väliseinä- ja kattorakenteiden purkaminen
- Uuden kengänraja-alueen määrittäminen



Purkamisvaihe 2 – Reaktorisäiliön sisäosat

- Aktiivisimpien komponenttien purkaminen
- Erittäin haastava säteilysuojelu- ja purkutyö
- Reaktorin yläpuolelta tehtävät purkutyöt ja erityisesti tähän työvaiheeseen suunnitellun / valmistetun työsillan hyödyntäminen
- Kauko-ohjattavat työkalut (leikkurit ja kourat) ja vedenalainen työskentely
- Erittäin voimakkaasti säteilevä Säteilysrengas nostettiin suoraan reaktorisäiliön sisällä olevaan, mittatilaustyönä valmistettuun säteilysuojaan



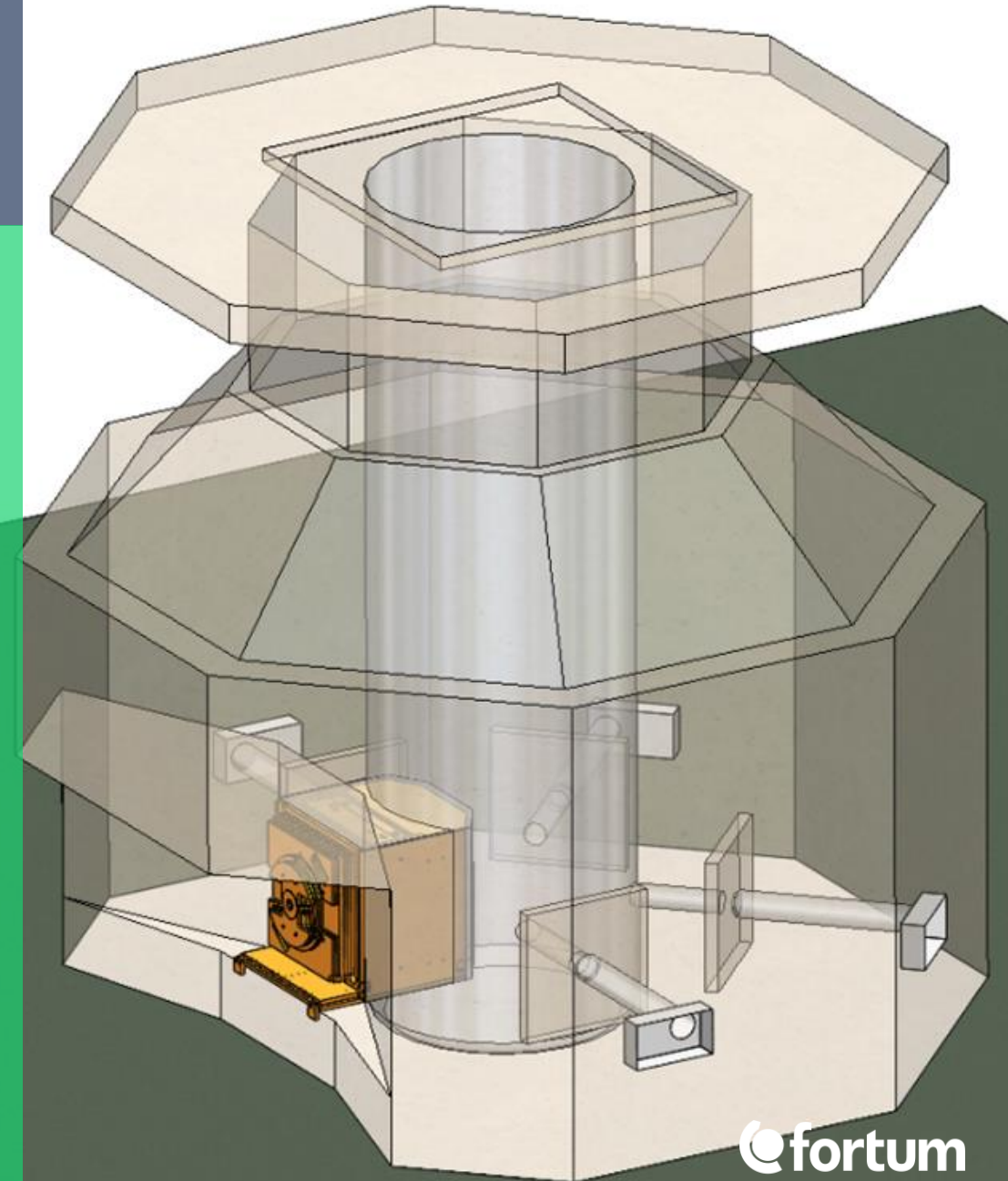
Purkuvaihe 3 – Primääripiiri ja vedenpuhdistuspiiri

- Putkiston purkaminen reaktorisäiliön ulkopuolella
- Putkistot jakavissa kattorakenteissa ja seinien vieressä
- Suurempien komponenttien purkaminen
- Lämmönvaihtimet
- Ioninvaihtimet
- Pumput jne.
- Purkamismenetelmät:
 - Sahaaminen
 - Hydrauliset leikkurit



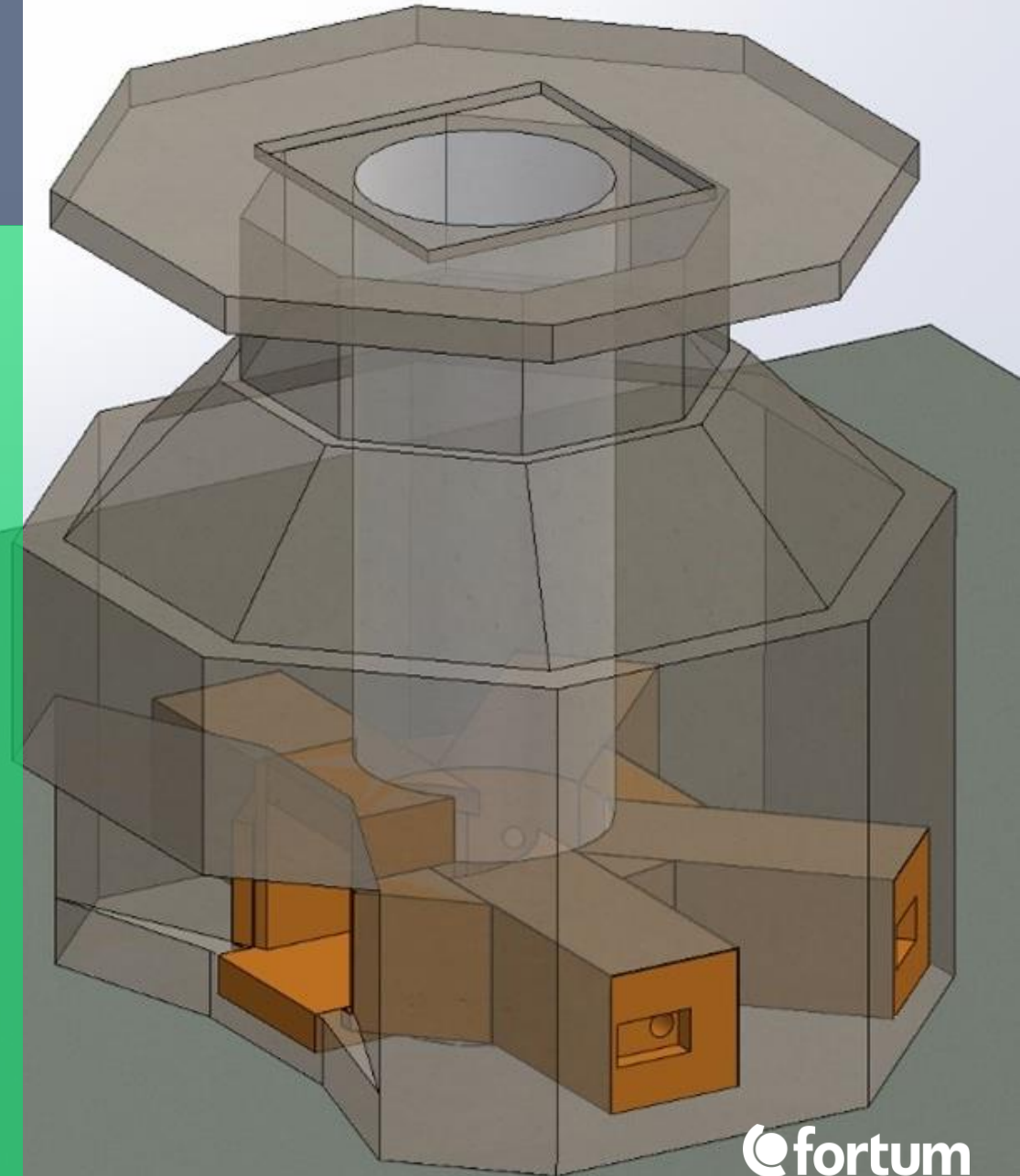
Purkuvaihe 4 – BNCT-asema

- Koostuu alumiinista, teräksestä, boorista, vismutista ja Fluental-moderaattorimateriaalista
- Purkaminen vetämällä asema ulos alumiinikotelostaan
- Mittatilaustyönä valmistettu vetopöytä
- Purkaminen pienempiin paloihin (materiaalin mukaan)
- Näytteenotto eri materiaaleista aktiivisuuden karakterisointia varten



Purkuvaihe 5 – Biologinen suoja, suihkuputket ja reaktorisäiliö

- Suurin käytöstäpoistohankkeen aikana syntyvä jätemäärä (betoni)
- Myös suurimmat ja painavimmat käsiteltävät jätteet
- Purkamismenetelmät:
 - Poraus
 - Vaijerisahaus
 - Pölytiivien purkutelttojen sisällä
 - Mittatilaustyönä valmistettu vetopöytä
- Erityistä huomiota:
 - Kontaminaatioiden leviämisen estäminen
 - Työmaan logistiikka
 - Tuotetun jäteveden käsittely



Purkuvaihe 6 – Jäljellä olevat järjestelmät, rakenteet ja laitteet

Purettavia järjestelmiä ja rakenteita ovat mm. :

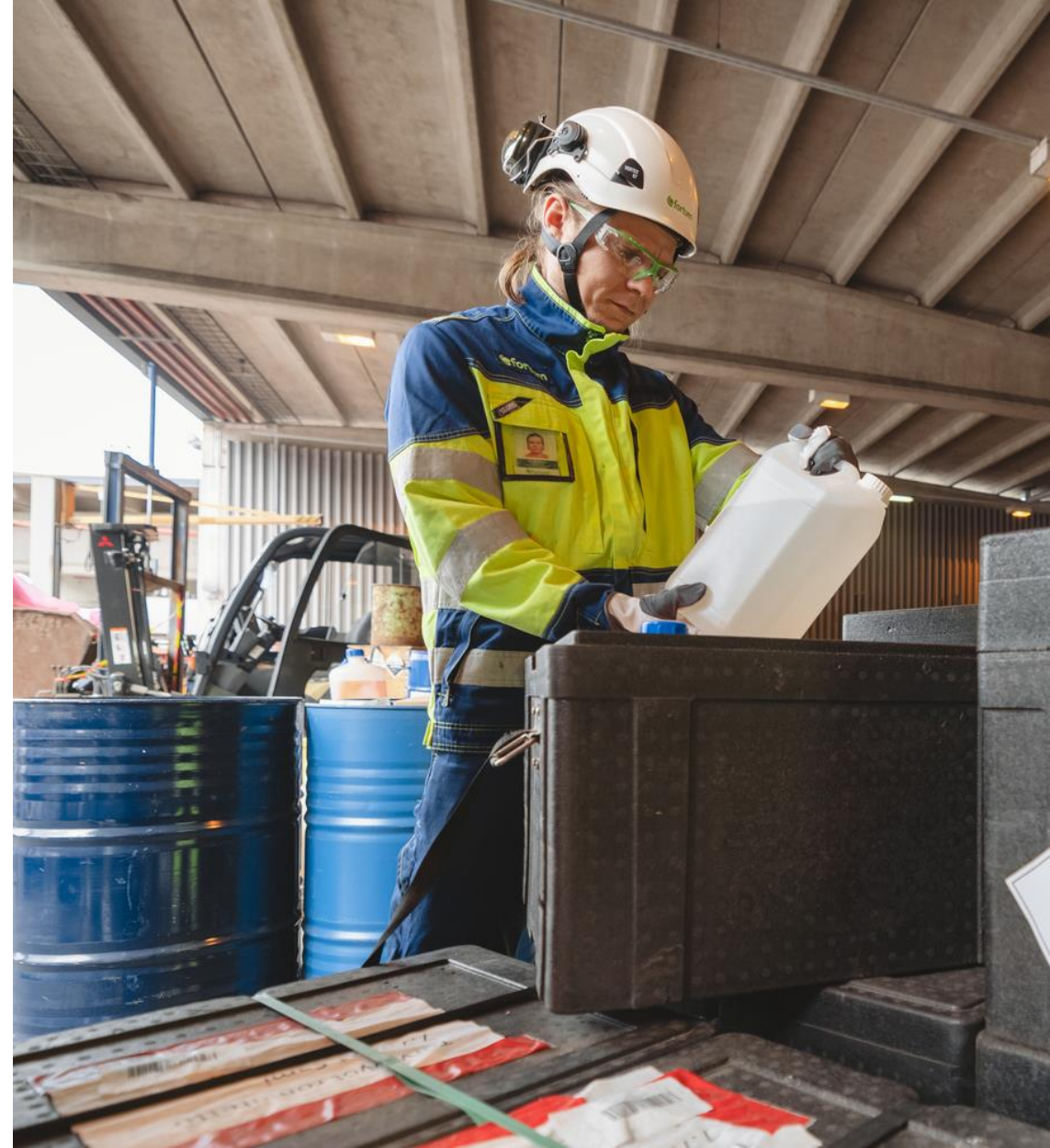
- Kuivasiiilot
- Aktiivinen viemärijärjestelmä
- Argon-tuuletusjärjestelmä
- Sekundääriputkisto
- Maanalaiset viivästystankit

Purkamismenetelmät:

- Kaivuu
- Jyrsintä
- Sahaus

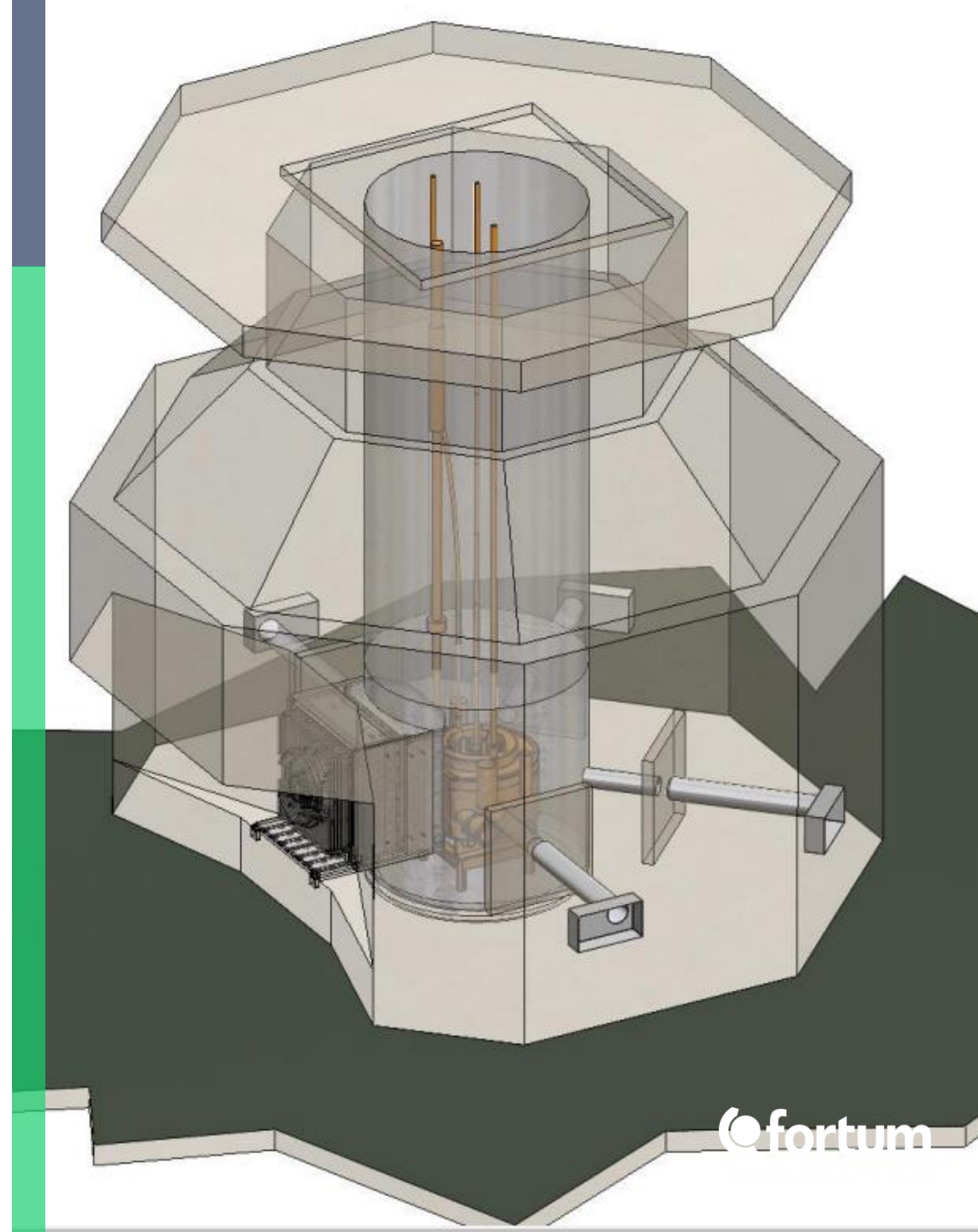
Purkuvaihe 7 – loppusiivous

- Työmaa puhdistetaan kontaminaatiosta purkutöiden jälkeen
- Jäljelle jääneet saastuneet työvälineet puhdistetaan tai pakataan radioaktiiviseksi jätteeksi, jos riittävää puhdistusta ei saavuteta
- Purkamisen aikana käytetyt alueet puhdistetaan
- -> Koko reaktorirakennus mitataan ja haetaan STUK:lta valvonnasta vapautusta

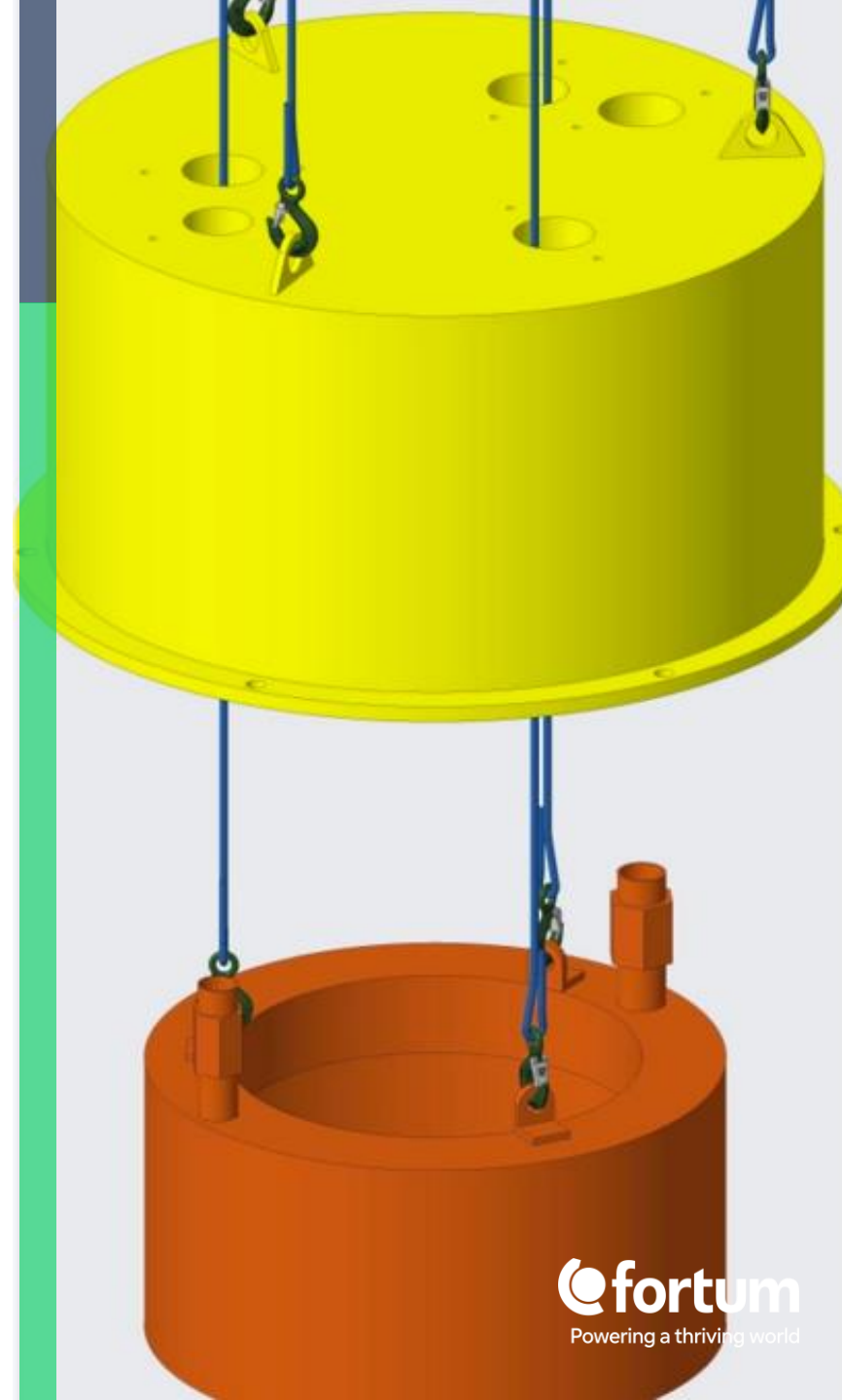
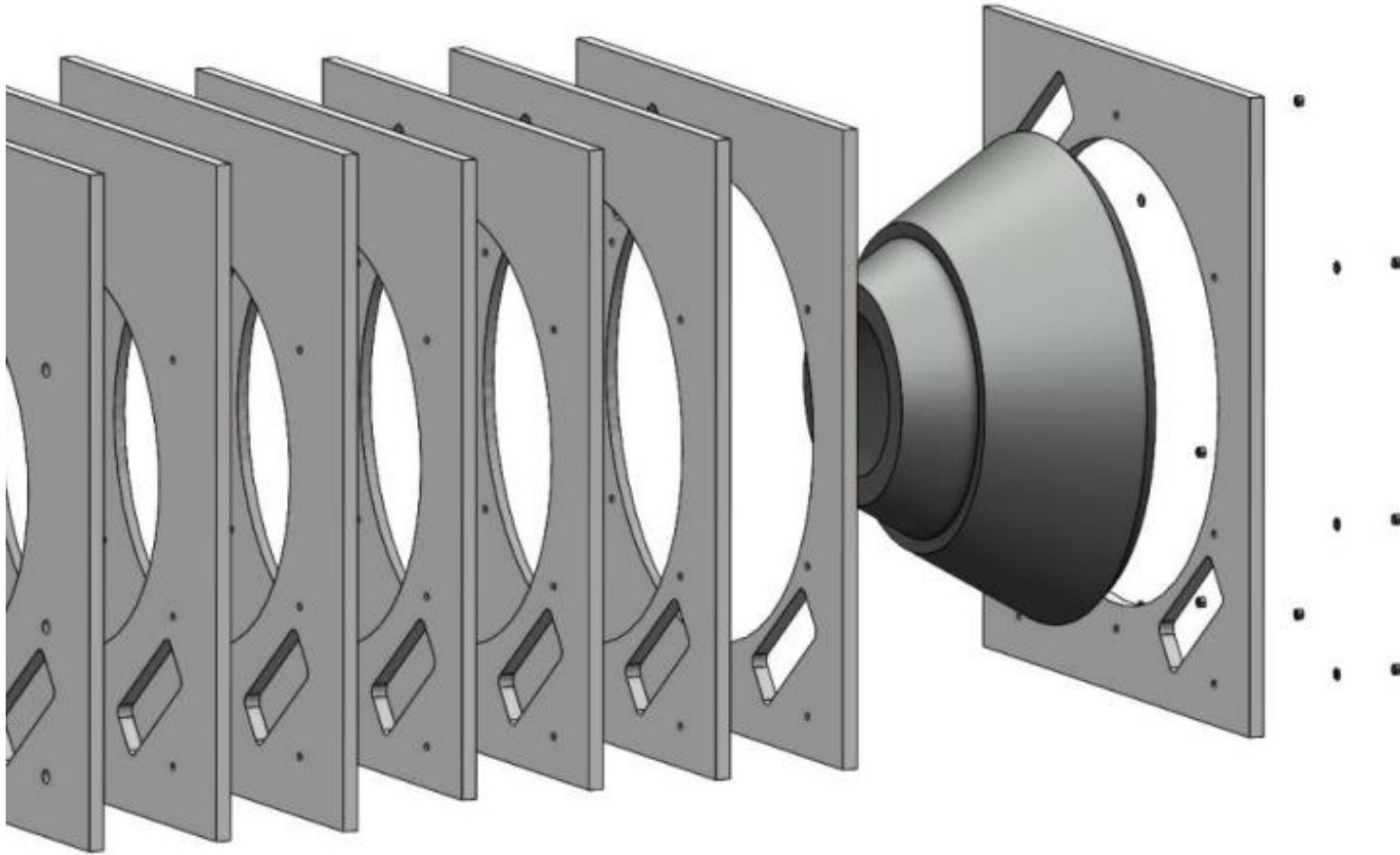


3D-mallit

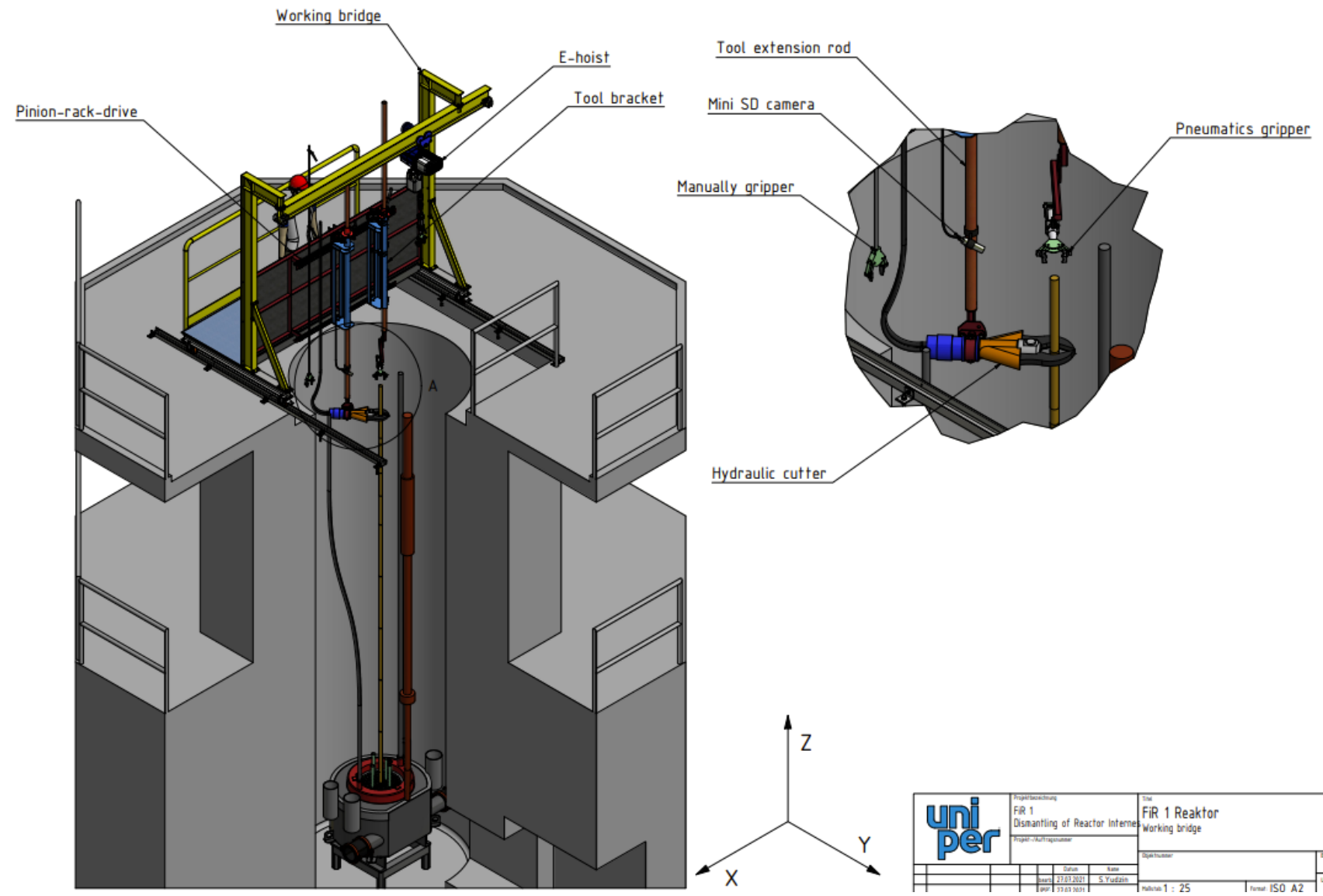
- Kaikki reaktorin komponentit mallinnettiin
- Purkamisen suunnittelu
- Päätös parhaasta purkumenetelmästä
- Päätös parhaista purkutyökaluista
- Jätepakkausten suunnittelu
- Väliaikaisen varastoinnin alueiden suunnittelu
- Kuljetusten suunnittelu
- Loppusijoituksen suunnittelu
- Säteilysuojelun suunnittelu
- Säteilysuojuksen suunnittelu



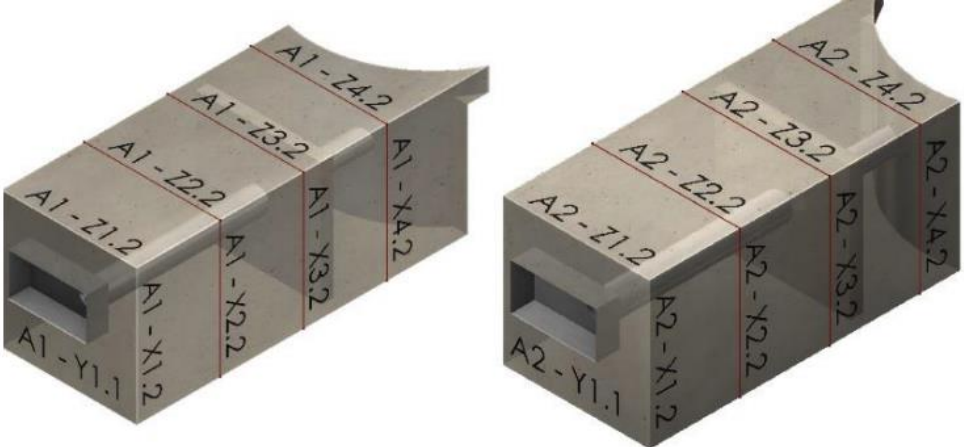
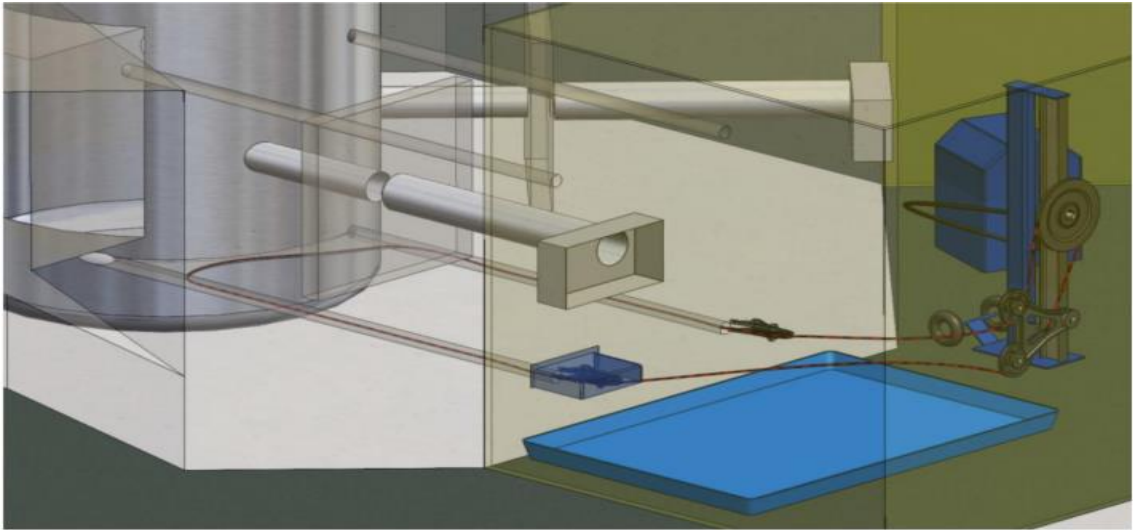
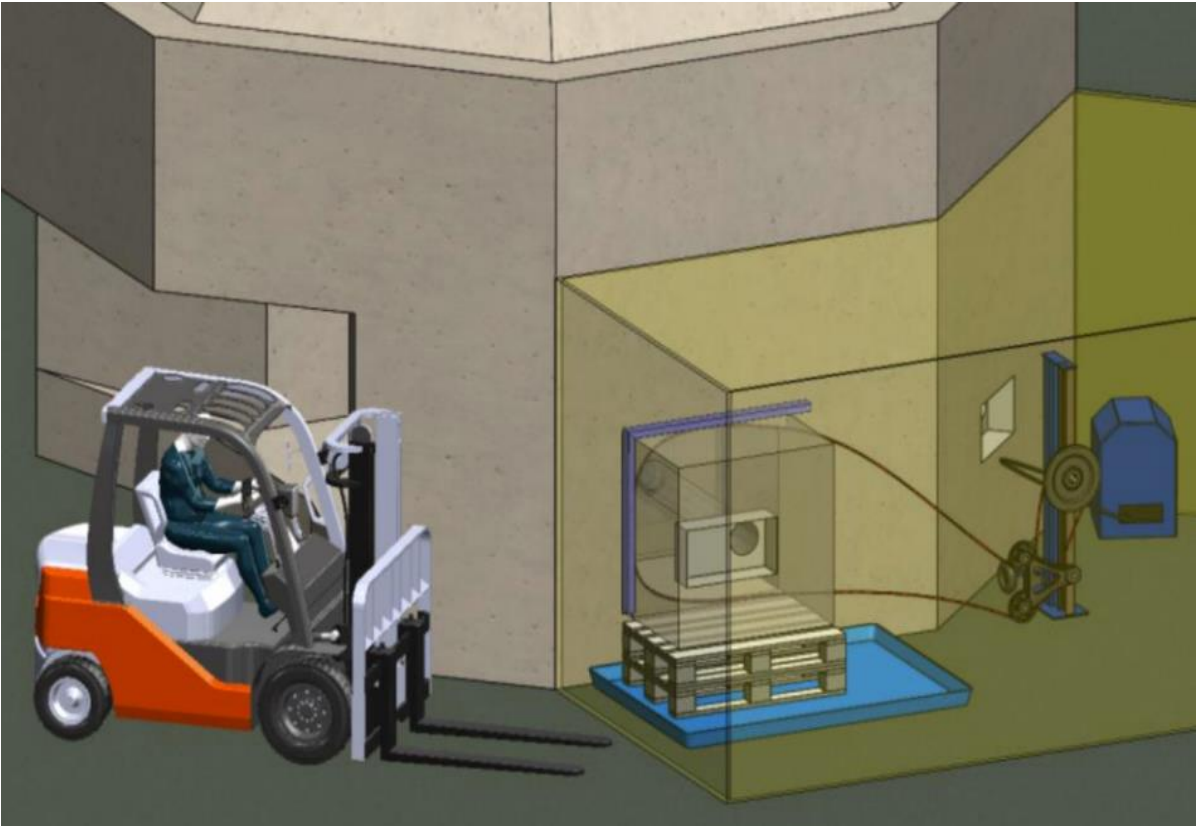
Purkamisen visualisointi



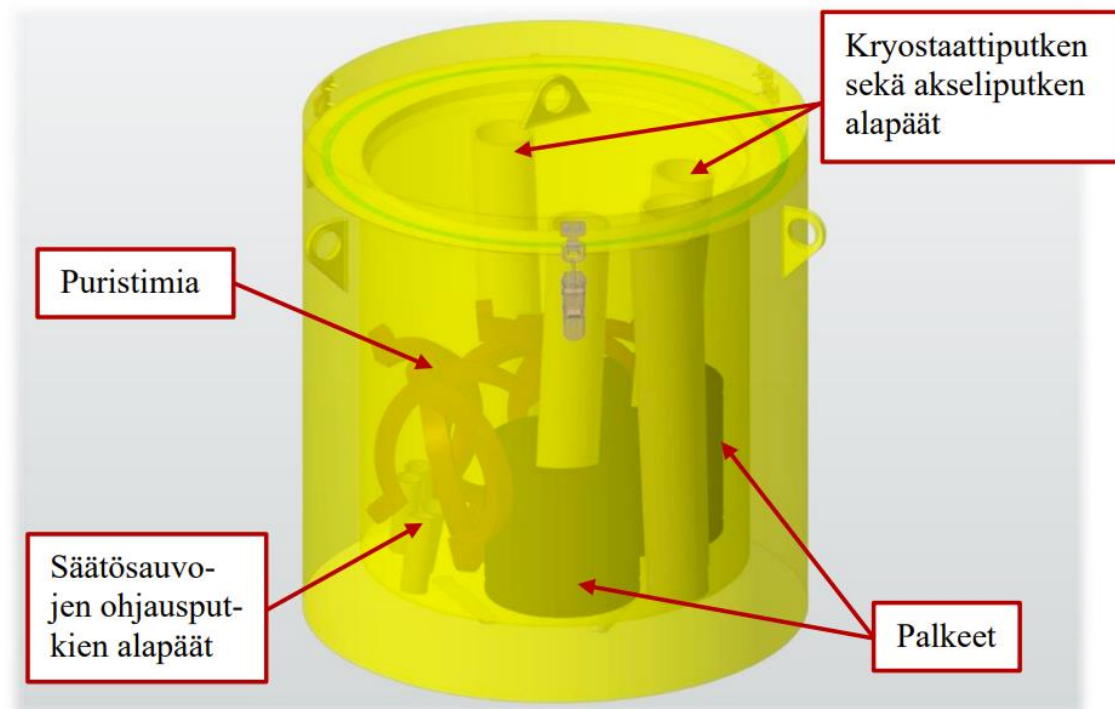
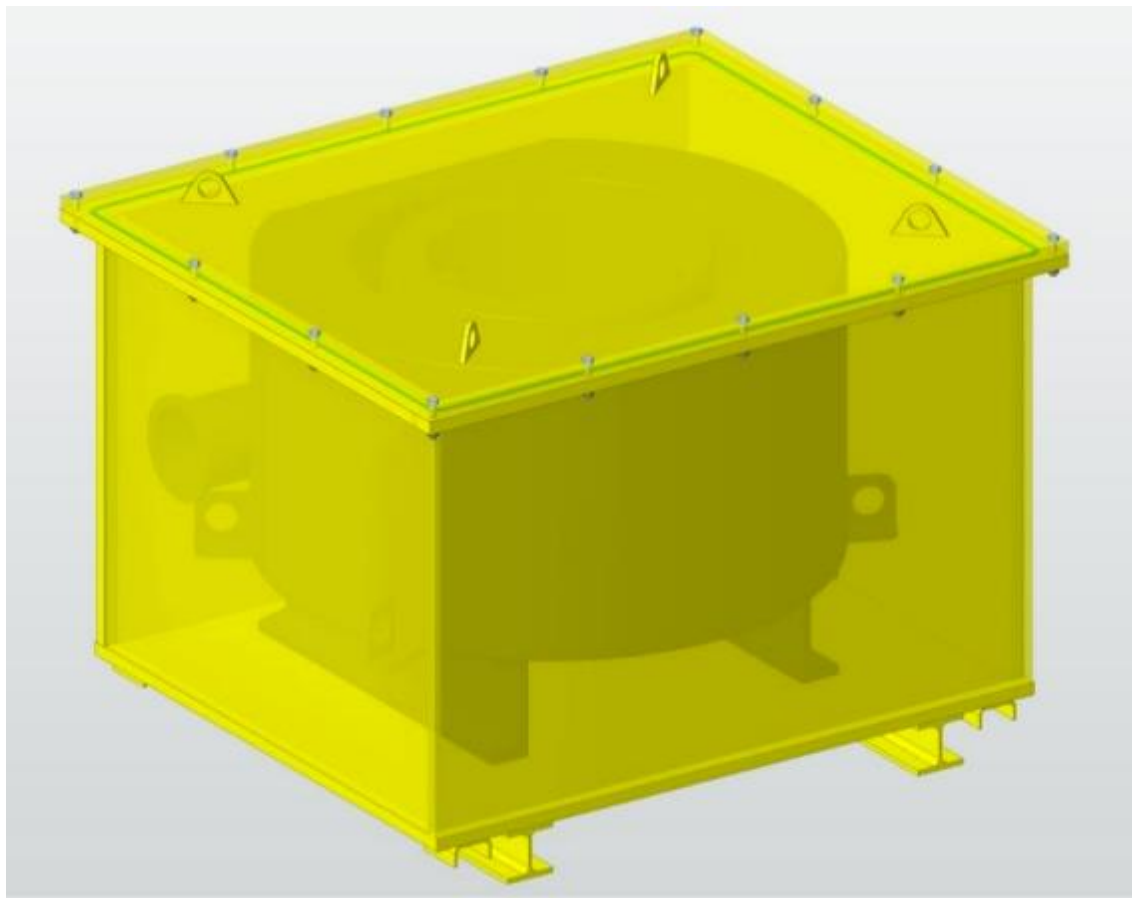
Purkusilta



Purkamisen visualisointi

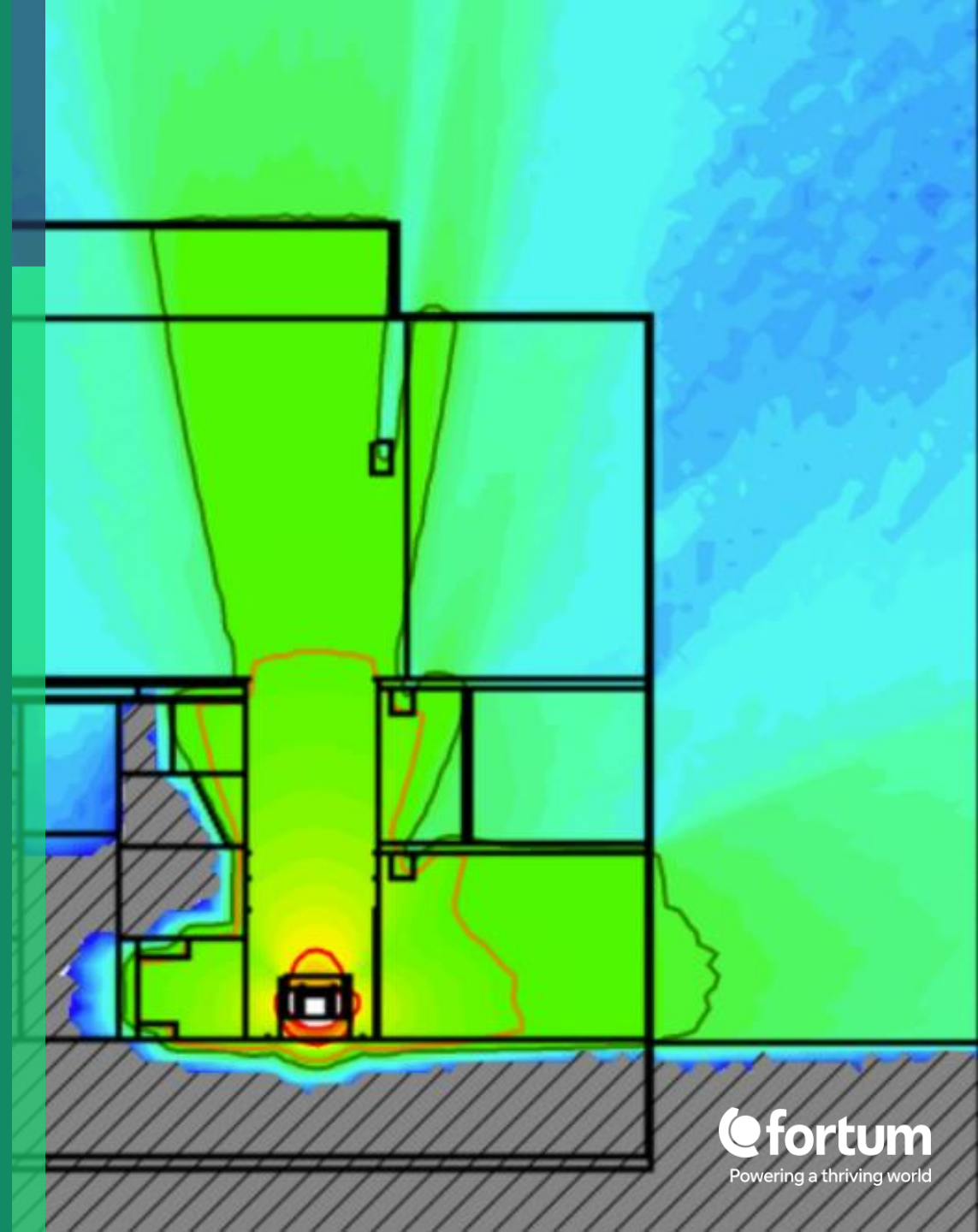


Visualisointi valmistusta varten



MCNP

- Perustuu aktiviteetti-inventaarioon ja 3D-malleihin
- Validointi mittauksin, jos mahdollista
- Yli 70 erilaista skenaariota
- Komponentin annosnopeus
- Työalueen annosnopeudet
- Säteilysuojaus
- Jätteiden varastoinnin ja pakkaamisen suunnittelu
- Säteilyannoksien arviointi
- Viralliset lisenssiasiakirjat
- Erityisen geometrisen jätteen karakterisointi



Kiitos!

Marko Vuorela

Työmaapäälikkö

Fortum Waste Solutions Oy