



Pienydinvoima tutuksi

**TURVALLISUUS, TEKNOLOGIA JA
VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN**



Kuopion Energia - Esa Lindholm, vanhempi neuvonantaja:
Miksi pienydinvoimaa selvitetään, hankkeen tilannekatsaus

STUK - Tomi Routamo, apulaisjohtaja: Pienydinvoima
Suomessa: turvallisuusvaatimukset ja valvonta

Kaupunki - Roope Ruhanen, kaava-suunnittelija:
Pienydinvoimala osana kaupunkirakennetta: maankäytön
näkökulma

Steady Energy - Hannu Tuulensuu, ydinturvallisuusjohtaja:
Miten LDR-50 tuottaisi lämpöä kuopiolaisille? Miten
turvallisuus on huomioitu laitoksen teknisessä
suunnittelussa?

Calogena - Jaakko Pullinen, tekninen johtaja (Suomi) : Miten
CAL 30 -reaktori tuottaa lämpöä kaukolämpöverkkoon?
Millaisia turvallisuutta varmistavia teknisiä ratkaisuja
käytetään?

Keskustelua (ei tallenneta)

Viranomaisten iltapäivä + asukasinfo: TURVALLISUUS, TEKNOLOGIA JA VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN

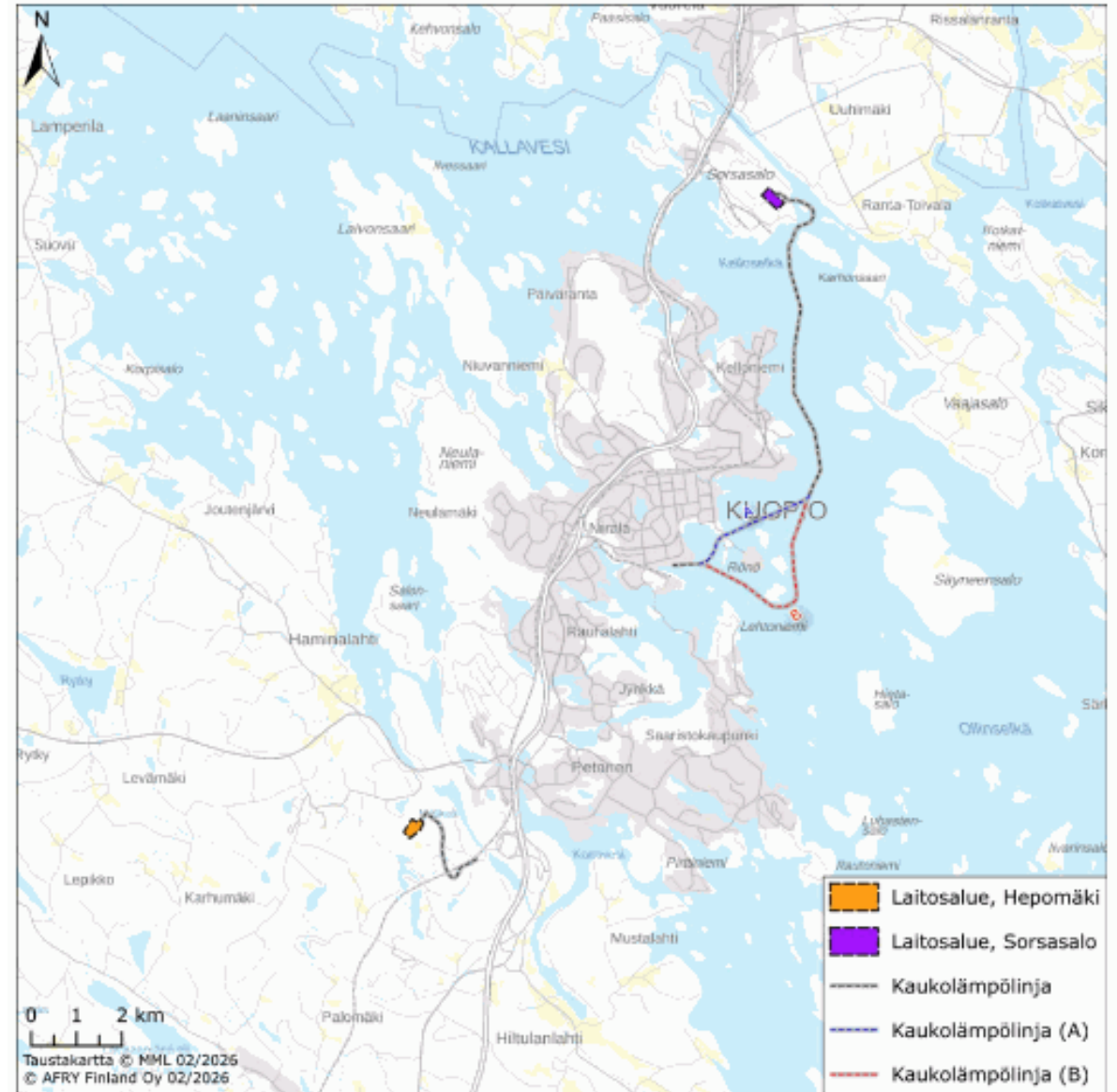
Kuopion Energian ydinkaukolämpöhanke
Esa Lindholm
5.10.2026



Kuopion Energia selvittää pienytinvoiman soveltuvuutta kaukolämmön tuotantoon

Mahdollisia sijoituspaikkoja selvitetty 2023.
Soveltuvimmiksi paikoiksi osoittautuivat Hepomäki ja
Sorsasalo.

Menossa em. alueiden asemakaavatyö ja alueille
sijoittuvan pienytinlaitoksen ympäristövaikutusten
arviointi.



Kuopion Energian tuotanto

Sähkö

Nykyiset tuotantolaitokset Haapaniemi (sähkön ja lämmön yhteistuotanto, polttoaineena puu) ja Lestijärvi (tuulipuisto-osuus).

Haapaniemen tuotanto ollut aleneva sähkömarkkinan muutoksista ja polttoaineiden kallistumisesta johtuen.

Lestijärven ennakoitu tuotanto 130 GWh/a. Puisto aloitti tuotantonsa joulukuussa 25.

Sääriippuva tuotanto tehnyt sähkömarkkinasta vaikean.

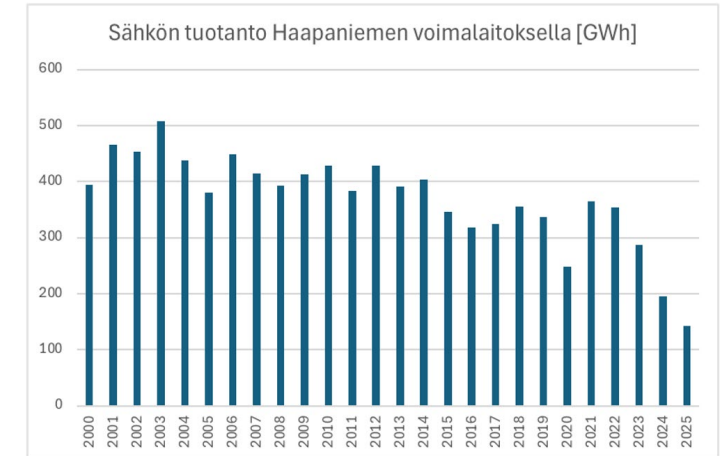
Sähköä tuotetaan ja siihen investoidaan silloin kun se on kannattavaa. Tällä hetkellä ei suunnitelmia.

Lämpö

Tuotanto Haapaniemen voimalaitoksella 98 % myynnistä, noin 900 GWh/a.

Sähkökattila kaupalliseen käyttöön 5.6.2026, 60 MW, 0-15 %.

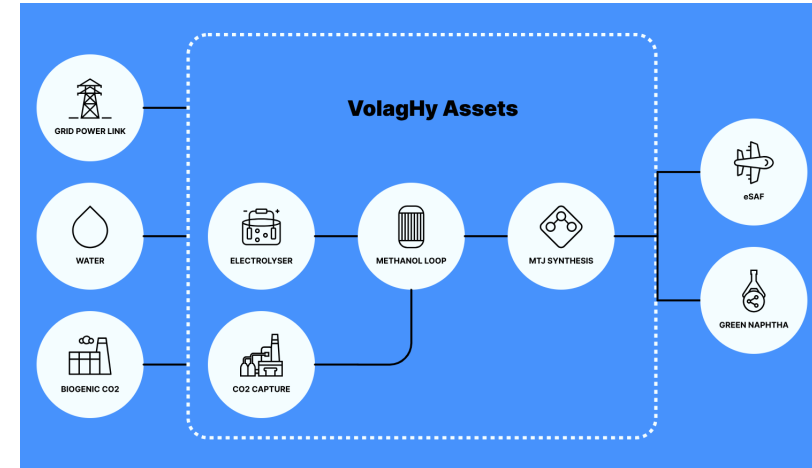
Haapaniemi 2 elinkaarensa lopussa 2035, jolloin poistuva 200 MW on viimeistään korvattava.



Kaukolämmön tuotantovaihtoehdot

Haapaniemi 2 korvaavia vaihtoehtoja selvitetään:

- Pienydinreaktori
- Sähkön ja lämmön yhteistuotanto
- Lämpökattila
- Hukkalämmöt
 - VolagHy
 - Datakeskukset
 - Jäteveden lämpö
- Geolämpö





Haluamme pitää eri mahdollisuudet auki mahdollisimman pitkään

Pitkästä suunnittelu- ja luvitusajasta johtuen pienydinvoimaan liittyviä tehtäviä on työn alla jo nyt.

Tällaisia ovat laitospaikan etsiminen ja kaavoitus sekä ympäristövaikutusten arviointi.

Näin pystymme pitämään pienydinvoimalan mukana vaihtoehtojen joukossa.

Pelkkää kaukolämpöä tuottava pienydinlaitos

Kaksi länsimaista laitosvaihtoehtoa kehitteillä

- Steady Energy LDR-50
- Calogena CAL30
- Molemmat muutaman barin paineessa toimivia kevytvesireaktoreita
- Säättöalue noin 20-100 %
- Molemmat pitävät aikataulua 2035 mahdollisena

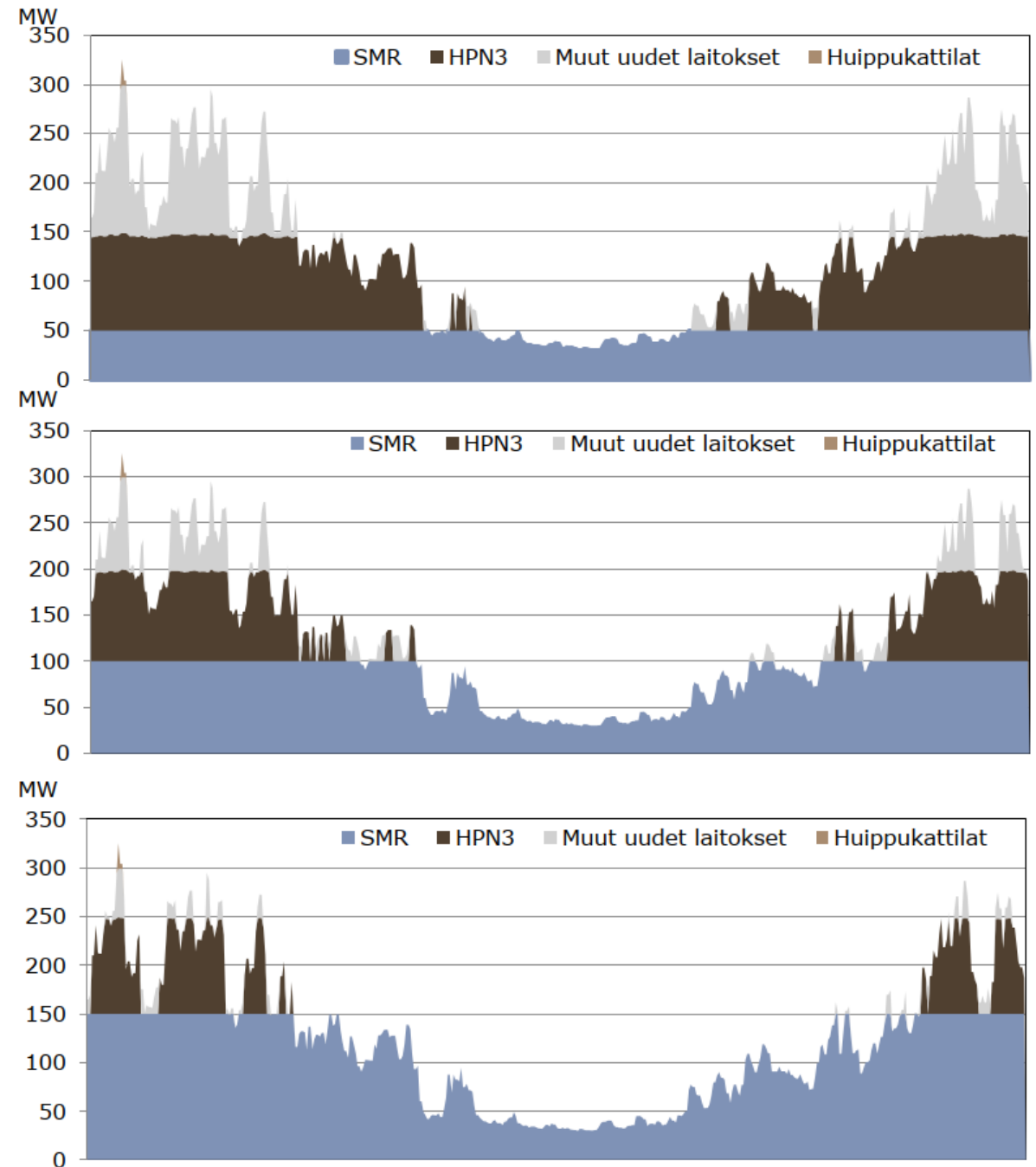


Mikä olisi pienydinvoimalaitoksen optimikoko?

Pienydinlaitos korvaa Haapaniemi 2:n
kaukolämmöntuotantoa. Laitoksen lämmöntuotanto
erikokoisilla laitoksilla olisi:

- 50 MW: 410 GWh/a
- 100 MW: 710 GWh/a
- 150 MW: 910 GWh/a
- 200 MW: 1000 GWh/a

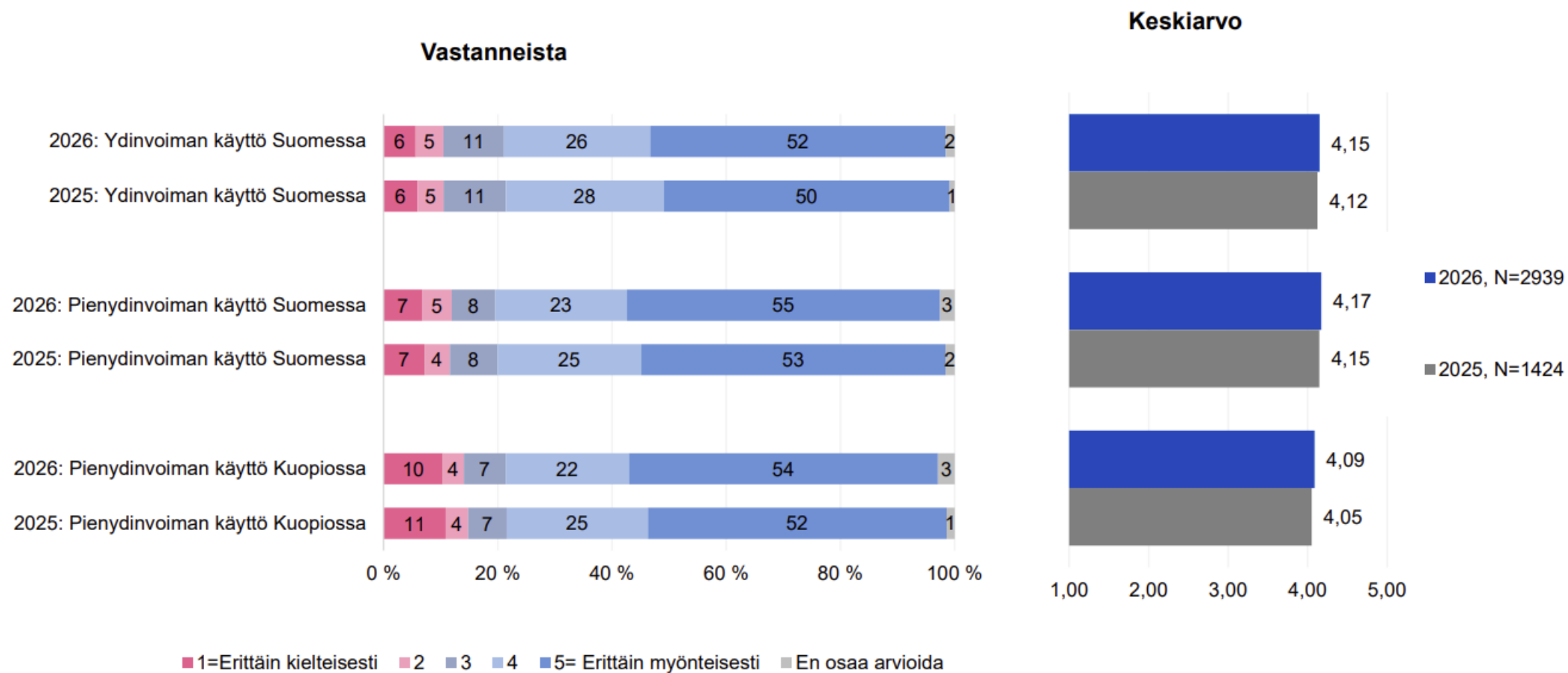
Kuvassa on esitetty kaukolämmöntuotannon
jakautuminen 50 MW, 100 MW ja 150 MW
pienydinlaitoksen tapauksessa.



Tehtävämme on etsiä asiakkaidemme kannalta paras tuotantoratkaisu



Kuinka myönteisesti suhtaudutte seuraaviin



Mitä tehty?

2022

- Aloitettiin tulevaisuuden lämmön-
tuotannon selvittely
- Uutisia reaktorikehityksen
nopeutumisesta

2023

- Sijoituspaikkojen kartoitus Afryn ja
kaavoittajan kanssa

2024

- Ensimmäinen yleisötilaisuus
- Pre Planning Agreement Steadyn
kanssa

2025

- Asukaskysely
- YVA alkaa, yhteysviranomaisena
TEM, konsulttina Afry
- Kaavoitus alkaa
- Yleisötilaisuuksia
- TVONS puitesopimus

2026

- Asukaskysely
- YVA-ohjelma valmis ja TEM:in
lausunto saatu
- Kaavoitus jatkuu – vaiheistetaan
sitä, että YVA valmistuu ensin
- Yleisötilaisuuksia





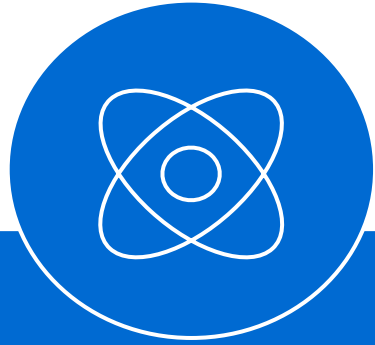


Säteilyturvakeskus

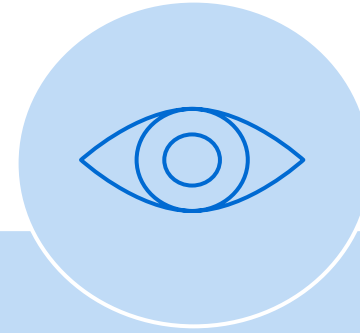
Tomi Routamo

Apulaisjohtaja, Ydinvoimalaitosten valvonta

Kuopion Energian asukastilaisuus 5.10.2026



STUK



Olemme
riippumaton viranomainen
ja asiantuntija.

Tehtävämme on edistää ja
valvoa säteilyturvallisuutta ja
ydinenergian käytön
turvallisuutta.

Visiomme on tuottaa säteilyturvallista hyvinvointia.

Viranomaisena tehtävämme on edistää ihmisten ja yhteiskunnan hyvinvointia. STUKissa toteutamme tätä tehtävää turvallisuuden valvonnan kautta.



Huolehdimme ydinenergian käytön turvallisudesta

Ydinturvallisuusvalvontamme piiriin kuuluvat ydinlaitokset, ydinmateriaalit ja ydinjäte.

Vastuu ydinenergian käytön turvallisuudesta ja turvajärjestelyistä on luvanhaltijoilla.

Me varmistamme, ettei ydinenergian käyttö aiheuta säteilyhaittoja ihmisille, ympäristölle eikä omaisuudelle.



Tätä teemme



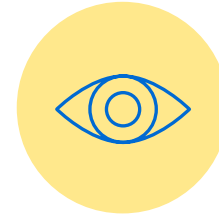
Turvallisuusmääräykset

- Asetamme ydinturvallisuutta koskevat määräykset.



Turvallisuuden arviointi

- Arvioimme ydinlaitosten turvallisuutta ja turvajärjestelyjä sekä annamme turvallisuudesta lausuntoja.



Valvonta

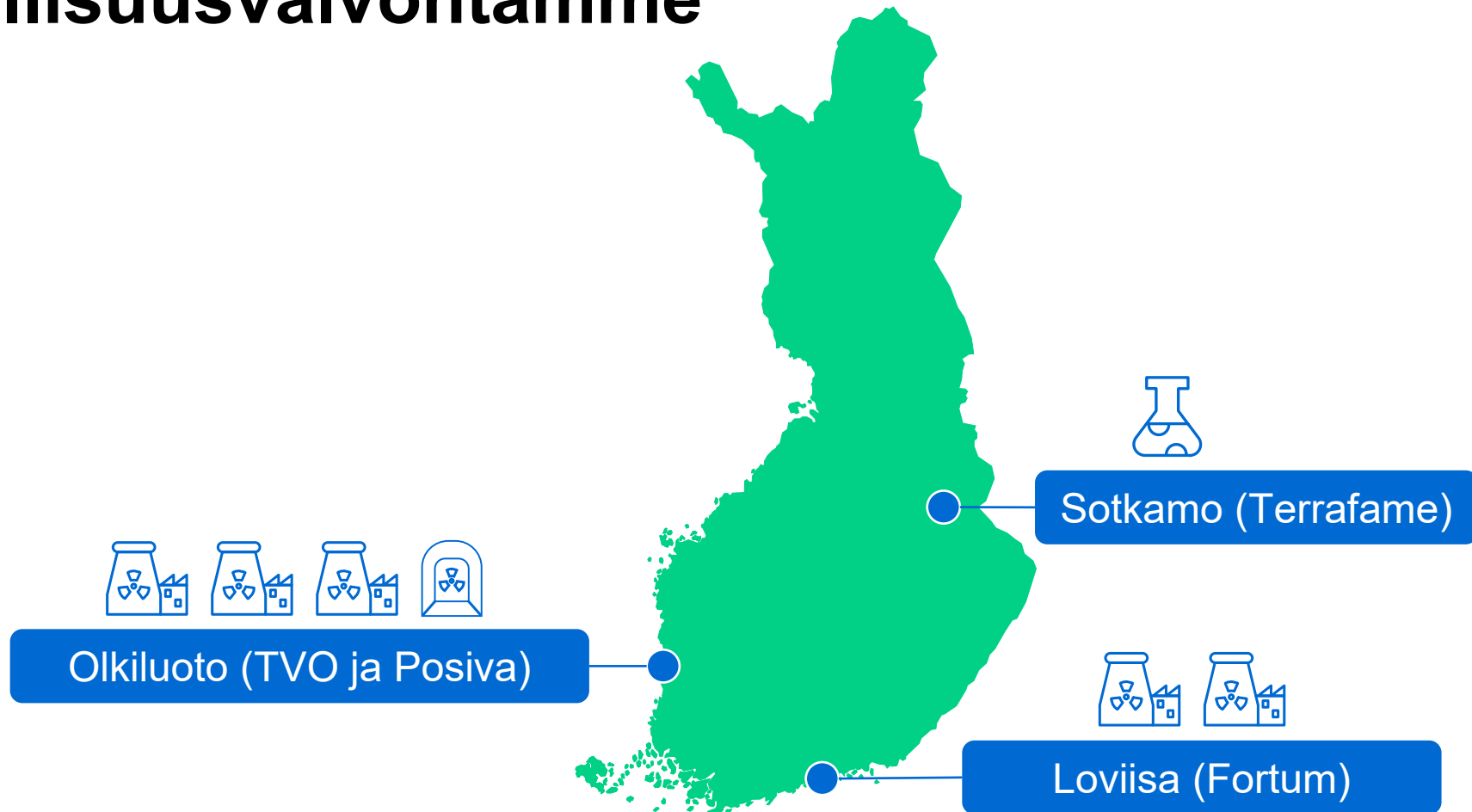
- Valvomme eri keinoin ydinlaitosten teknistä toimintakuntoa ja organisaatioiden toimintaa, samoin ydinmateriaaleja ja ydinjätteitä.
- Valvomme, että ydinteknologia pysyy rauhanomaisessa käytössä.



Kehitys ja yhteistyö

- Perehdymme uusiin teknologioihin ja osallistumme kansainväliseen yhteistyöhön.

Ydinturvallisuusvalvontamme kohteita



Lupavaiheita

Periaatepäätös (valtioneuvosto)

**Sijaintipaikan arviointi
(STUK)**

**Laitoksen konseptiarviointi
(STUK)**

YVA

Kaavoitus

**Rakentamislupa
(valtioneuvosto)**

**Käyttölupa
(valtioneuvosto)**

Muut luvat ja kunnallinen päätöksenteko

Ydinvoimalan turvallisuus

Uusissa ydinvoimalaitoksissa voi olla turvallisuuden kannalta edullisia piirteitä

Sijoituspaiikkaan liittyvät vaatimukset

- Ihmisten turvallisuutta koskevat vaatimukset on täytettävä
- Suoja- ja varautumisvyöhykkeet on määritettävä kullekin laitokselle erikseen
- Turvajärjestelyiden erityispiirteet
- Ulkoinen pelastussuunnitelma

STUK valvoo, että Suomeen rakennettava ydinvoimalaitos on turvallinen.

Mihin ydinvoimalaitoksen turvallisuus perustuu

Turvallisuusperiaatteet

Ydinvoimalaitoksen turvallisuusperiaatteet

Keskeiset suunnittelu- ja turvallisuusperiaatteet

- Syvyysuuntainen turvallisuusperiaate
- Rakenteellinen syvyyspuolustus
- Rinnakkaisperiaate
- Erilaisuusperiaate
- Erotteluperiaate

Turvallisuusajattelun lähtökohdat

Miksi useita turvallisuusperiaatteita tarvitaan?

- Ydinvoimalaitoksen turvallisuus ei saa perustua yhteen järjestelmään, laitteeseen tai ihmisen toimintaan.

Turvallisuus saavutetaan:

- ehkäisemällä häiriöiden syntyminen
- havaitsemalla poikkeamat nopeasti
- hallitsemalla häiriö- ja onnettomuustilanteet
- rajoittamalla mahdollisia seurauksia

Perustavoite

- Radioaktiivisten aineiden vapautumisen estäminen sekä työntekijöiden, väestön ja ympäristön suojeleminen.

Syvyysuuntainen turvallisuusperiaate

Syvyysuuntainen turvallisuus

- Turvallisuus rakennetaan useista toisistaan riippumattomista suojaustasoista.
- Mikäli yksi taso pettää, seuraava taso estää tapahtumien etenemisen vakavammaksi.

Viisi turvallisuustasoa

1. Häiriöiden ehkäisy
2. Käyttöhäiriöiden hallinta
3. Onnettomuuksien hallinta
4. Päästöjen rajoittaminen vakavissa onnettomuuksissa
5. Säteilyvaikutusten rajoittaminen

Tavoite

- Yksittäinen vika ei saa johtaa onnettomuuteen.

Syvyyssuuntaisen turvallisuuden esimerkki

Primääripiirin putkivuoto

Taso 1

- Laadukas suunnittelu
- Korkeat materiaalivaatimukset

Taso 2

- Vuodon havaitseminen
- Automaattiset hälytykset

Taso 3

- Hätjääähdytysjärjestelmä käynnistyy

Taso 4

- Sydänvaurion hallintajärjestelmät

Taso 5

- Valmiustoiminta ja suojelutoimet

**Jokainen taso toimii
riippumattomana
varmistuksena.**

Rakenteellinen syvyyspuolustus

Radioaktiivisten aineiden vapautuminen estetään useilla fyysisillä esteillä.

Vapautumisesteet

- Polttoaine
- Reaktoripiiri
- Suojarakennus

Tavoite

- Vaikka yksi este menetettäisiin, muut esteet säilyttävät turvallisuuden.

Rinnakkais- erilaisuus- ja erotteluperiaate

Rinnakkaisperiaate:

- Turvallisuus varmistetaan usealla rinnakkaisella osajärjestelmällä.

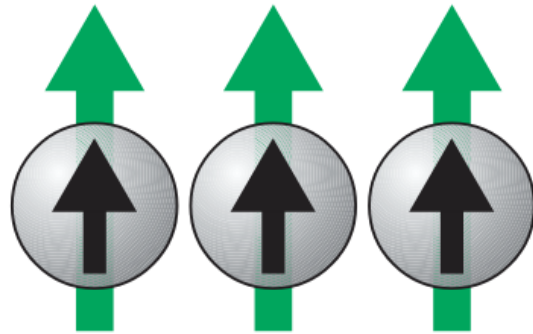
Erilaisuusperiaate:

- Turvallisuus varmistetaan erilaisilla ratkaisuilla.

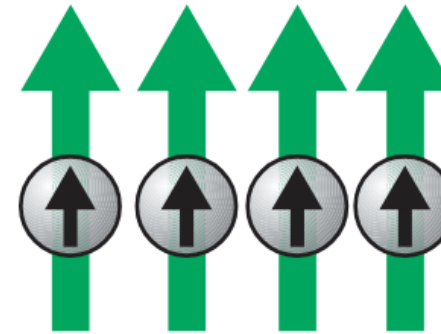
Eroitteluperiaate:

- Sama tapahtuma ei johda usean turvallisuutta varmistavan laitteen tai järjestelmän menettämiseen.

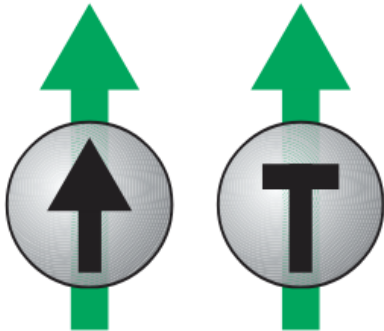
Yksittäinen laitevika ei estä turvallisuustoiminnon toteutumista.



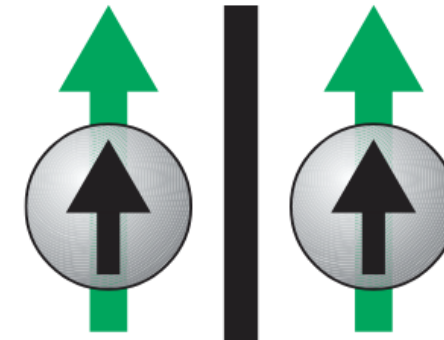
tai



Rinnakkaisperiaate



Erilaisuusperiaate
(keskipakopumppu
ja mäntäpumppu)



Erotteluperiaate

Sama suunnitteluvirhe tai vika ei kykene lamauttamaan kaikkia turvallisuustoimintoja.

Yksi tapahtuma ei saa samanaikaisesti vahingoittaa kaikkia turvallisuusjärjestelmiä.

Periaatteiden yhteys toisiinsa

Turvallisuus muodostuu periaatteiden yhdistelmästä

- **Syvyysuuntainen turvallisuus** → useita puolustustasoja
- **Rakenteellinen syvyyspuolustus** → useita fyysisiä esteitä
- **Rinnakkaisperiaate** → useita samanlaisia järjestelmiä
- **Erilaisuusperiaate** → erilaisia toteutustapoja
- **Erotteluperiaate** → fyysinen ja toiminnallinen riippumattomuus

Yhteenveto

Ydinvoimalaitoksen turvallisuus perustuu siihen, että:

- vakavia tapahtumia ehkäistään ennakolta
- turvallisuustoiminnoille on useita toteutustapoja
- järjestelmät eivät ole riippuvaisia toisistaan
- radioaktiivisille aineille on useita vapautumisesteitä
- yksittäinen vika ei johda merkittäviin seurauksiin

Korkea turvallisuustaso saavutetaan useiden toisiaan täydentävien turvallisuusperiaatteiden yhteisvaikutuksella.

STUK valvoo näiden periaatteiden ja sääntöjen noudattamista.

Suomeen rakennettavan laitoksen on oltava suomalaisten vaatimusten mukainen.



Kiitokset!

Tomi Routamo

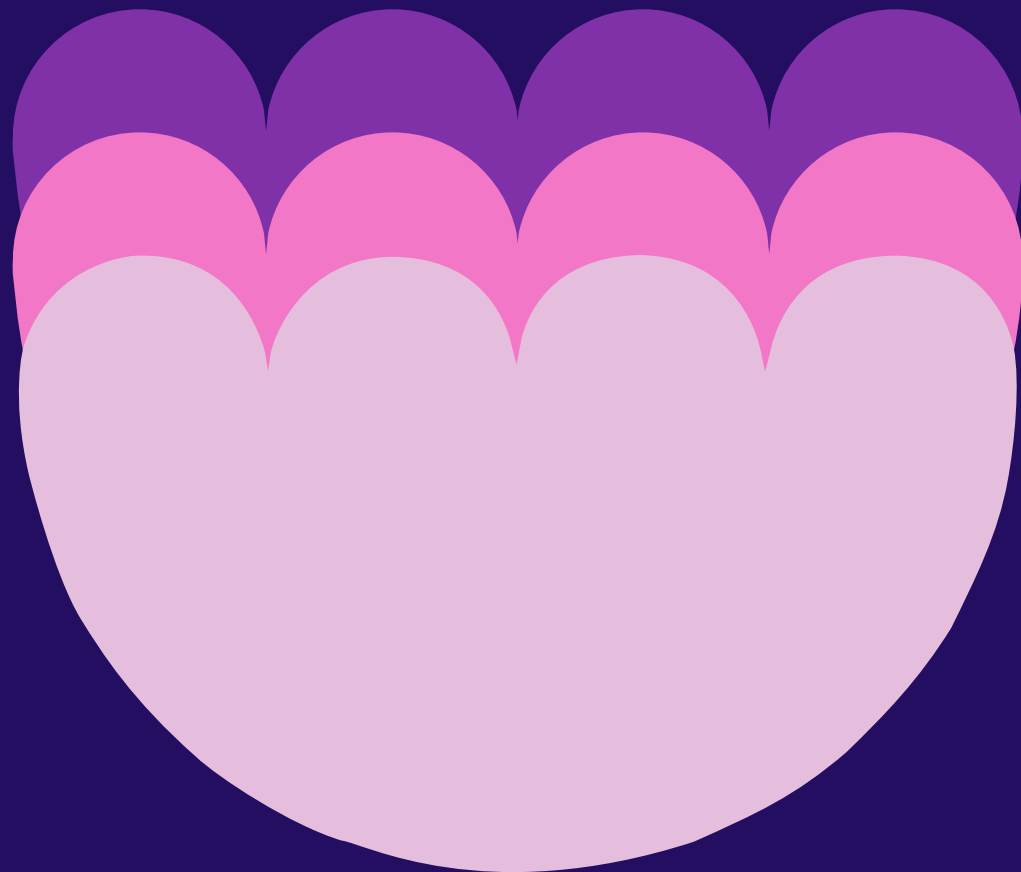
tomi.routamo@stuk.fi



KUOPIO

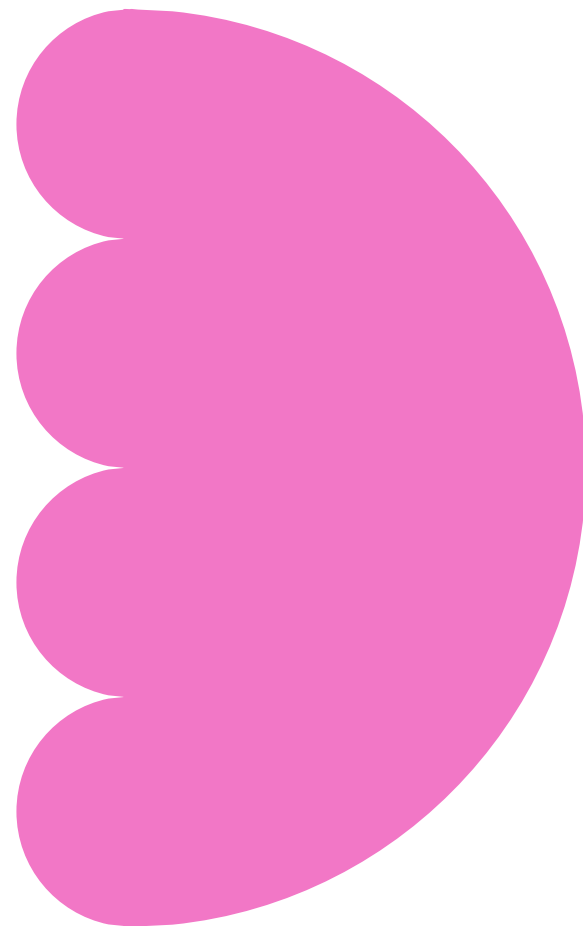
**Hepomäen teollisuusalueen
ja
Sorsasalon teollisuusalueen
asemakaavoituksen
eteneminen**

5.10.2026

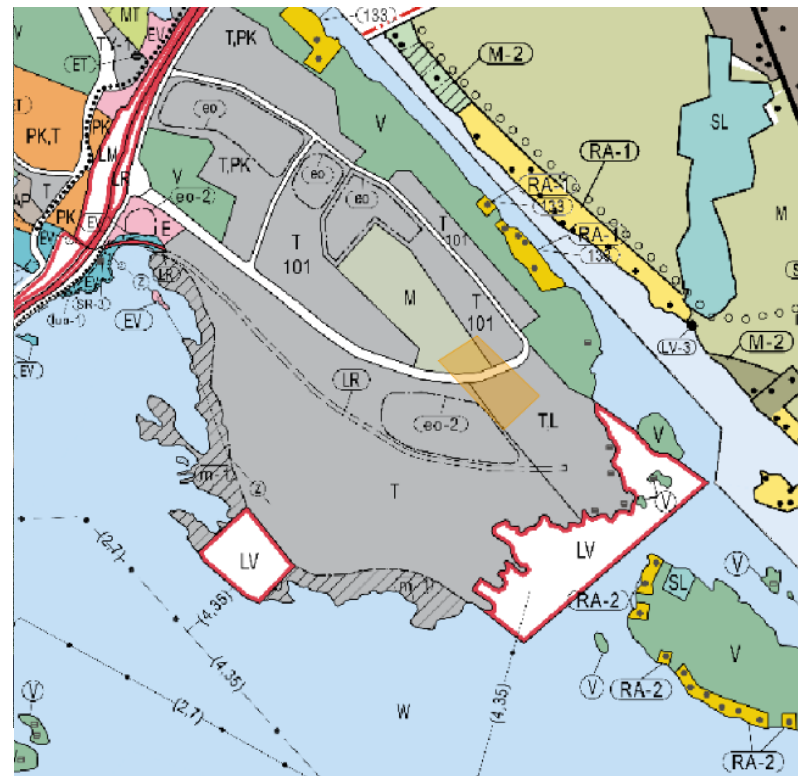


Tilanne 5.10.2026

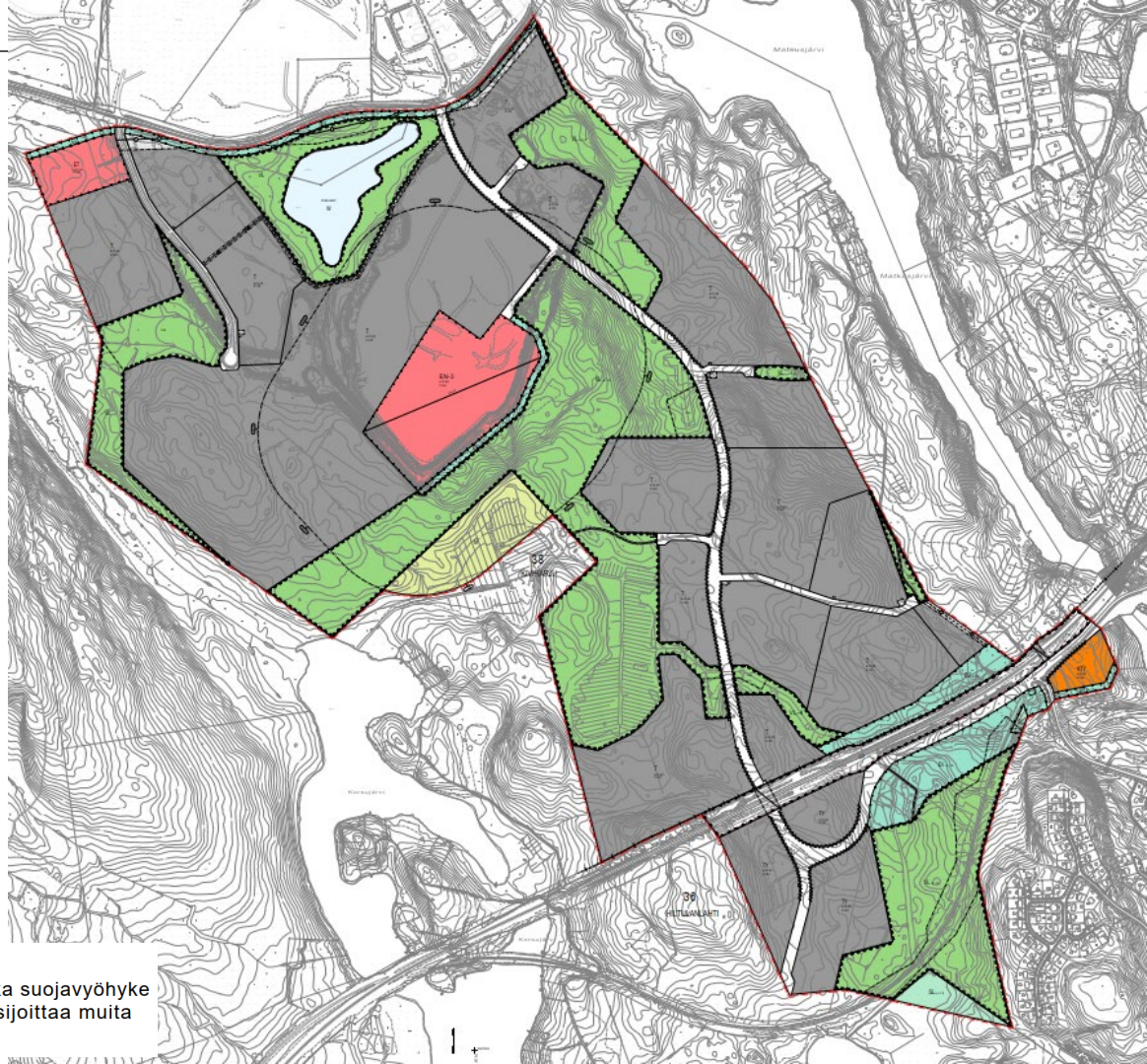
- Hepomäen ja Sorsasalon asemakaavatyöt tulivat vireille 28.5.2025
- Kaavaluonnokset olivat nähtävillä 8.4.–8.5.2026
 - Kaavaluonnosten ja YVA-ohjelman yhdistetty yleisötilaisuus järjestettiin 27.4.2026
- Hepomäen luonnoksesta jätettiin 11 mielipidettä
- Sorsasalon luonnoksesta jätettiin 8 mielipidettä



Sorsasalo



- Asemakaavalla tutkitaan kiertotalous ja teollisuusalueita
- Alueelle myös suunnitteluvaraus datakeskukselle
- Pienydinvoimalan kortteli osoitettu käytöstä poistuvalla maa-aineksen ottoalueelle



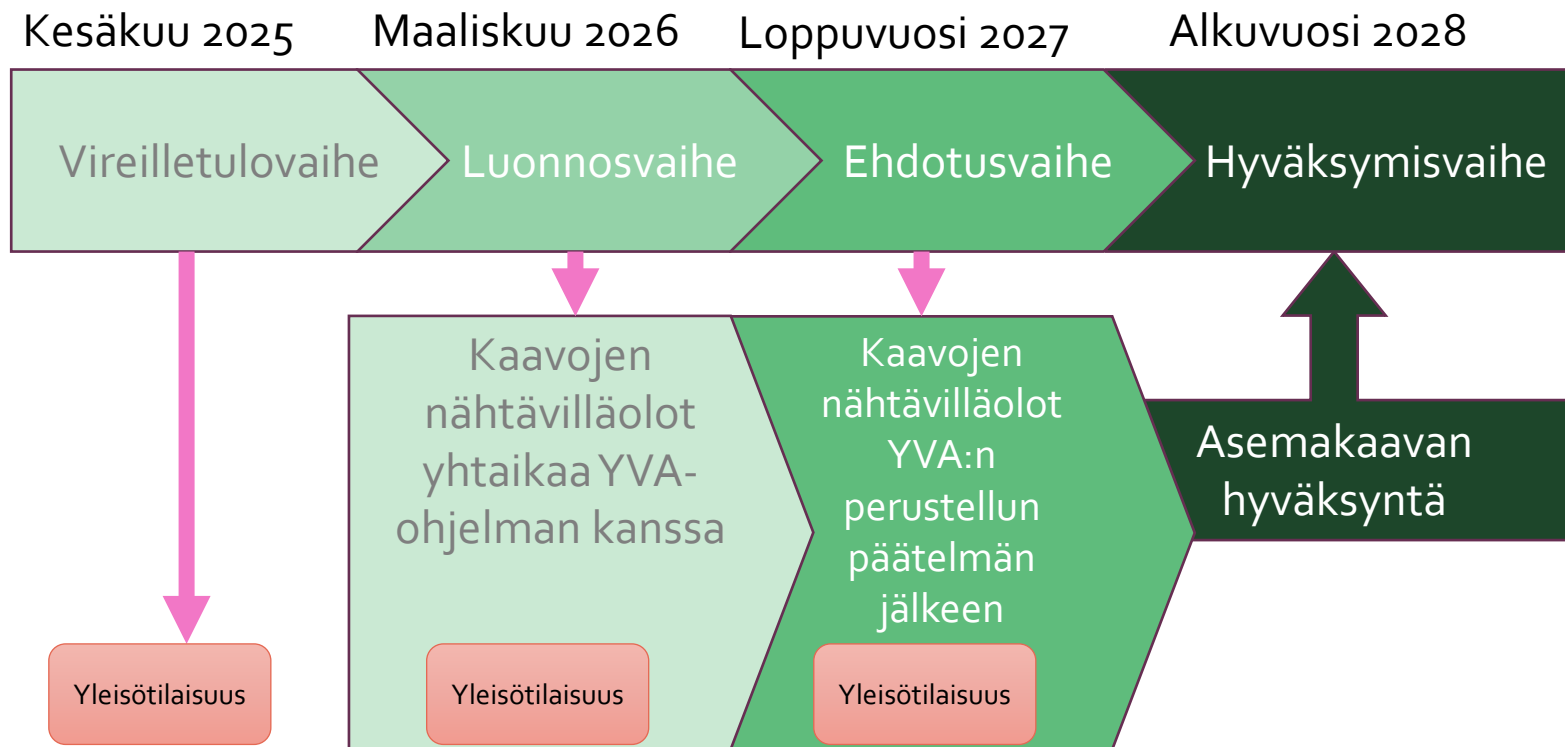
Energiahuollon alue, jolle saa sijoittaa ydinvoimalaitoksen, jonka suojavyöhyke ei saa olla asemakaavassa osoitettua laajempi. Alueelle saa sijoittaa muita käyttötarkoitukseen liittyviä toimintoja.

Sorsasalo

- Asemakaavan muutoksella kehitetään olemassa olevaa teollisuusaluetta
- Alueelle suunnitella eSAF-hanke lentokonepolttoaineen tuotantoon
- Pienydinvoimalan kortteli osoitettu voimassa olevan asemakaavan suojametsä alueelle



Kaavoituksen alustava aikataulu ja YVA



KUOPIO

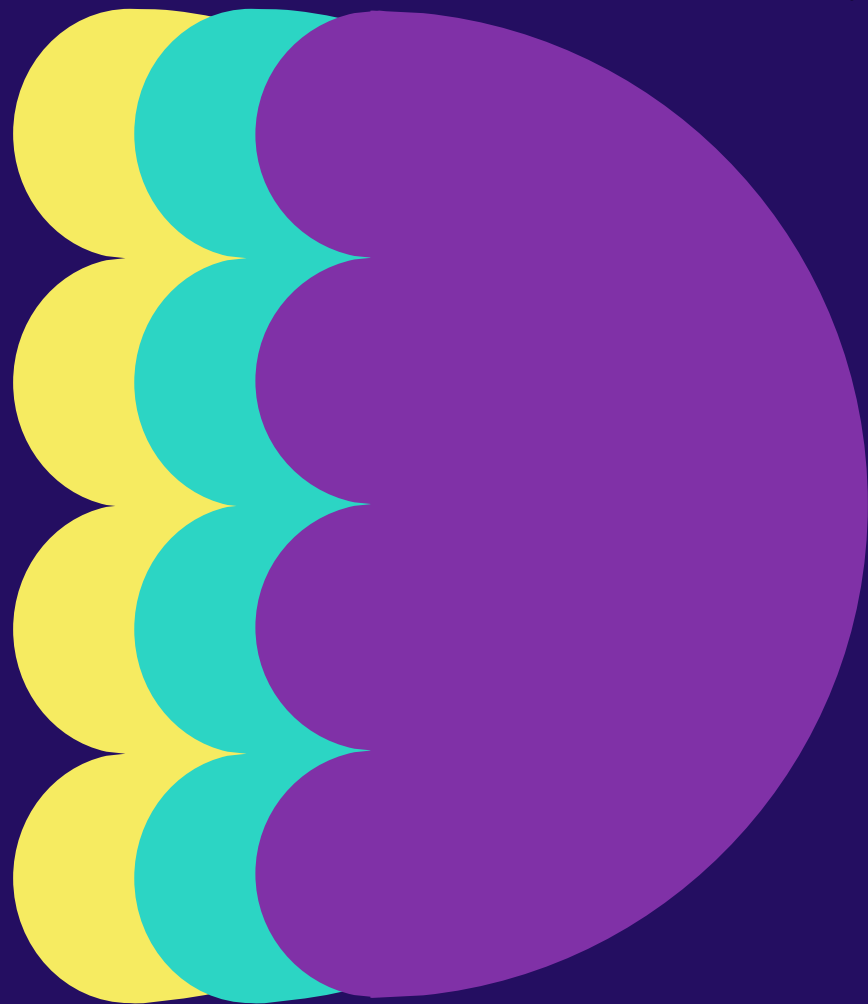
Kiitos

Lisätiedot

Roope Ruhanen

Kaavasuunnittelija

044 718 5096



LDR-50: Tekninen turvallisuuksuunnittelu

Steady Energy on kotimainen teknologiayritys.

VTT Syntyidea VTT:ssä.

2023 Perustettu
Espoossa 2023.

70+ Yli 70 ydinenergia-alan
ammattilaista.

+200M€ Arvostettujen
sijoittajien
valitsema.



Sijoittajia:



Kumppaneita:



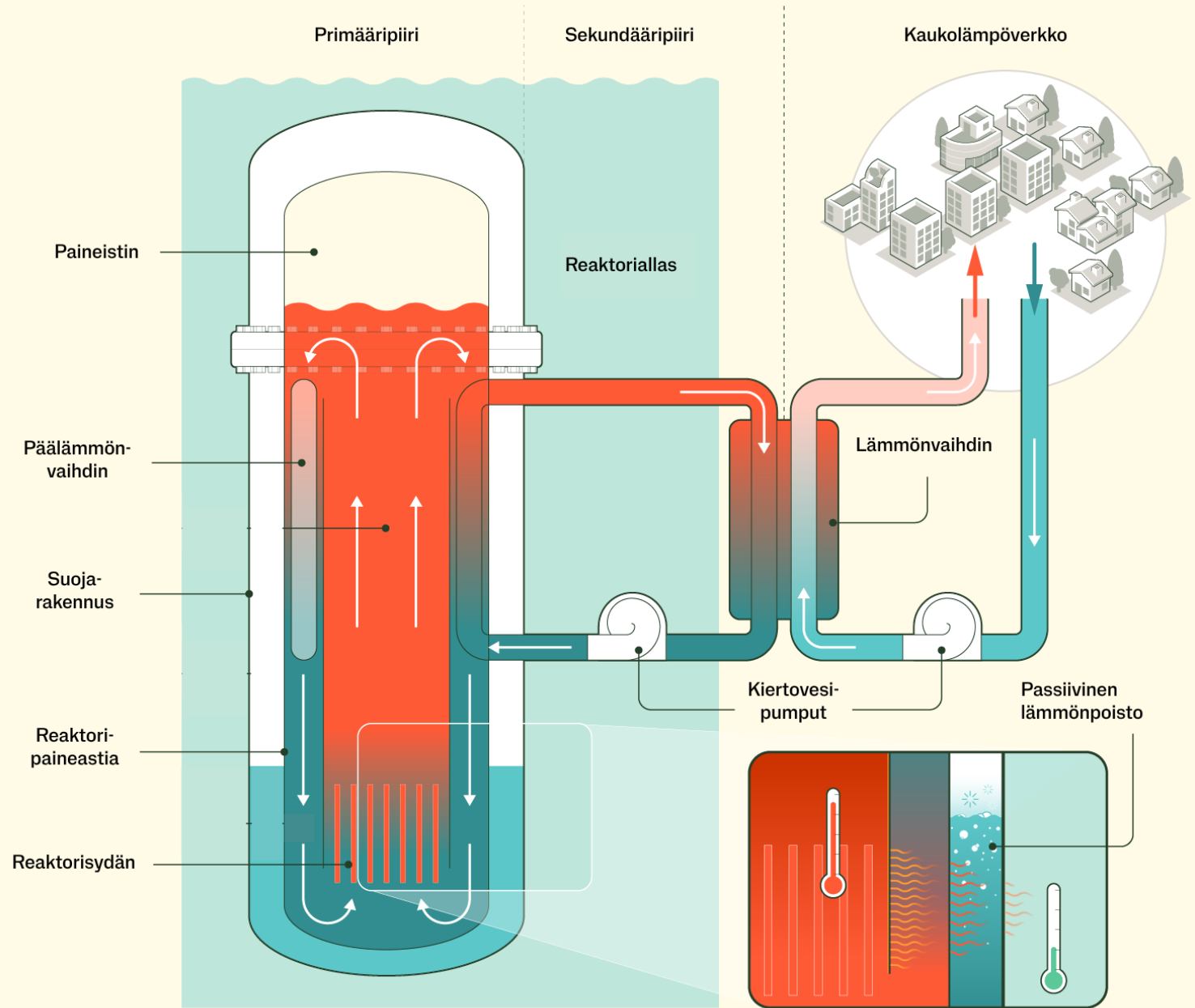
Henkilökuvaus.

- Nimi: Hannu Tuulensuu
- Koulutus: Energiatekniikan DI
- Vajaa 20 v työkokemus ydinturvallisuuden parista
 - Teollisuuden Voima
 - Fennovoima
 - Westinghouse
 - Steady Energy



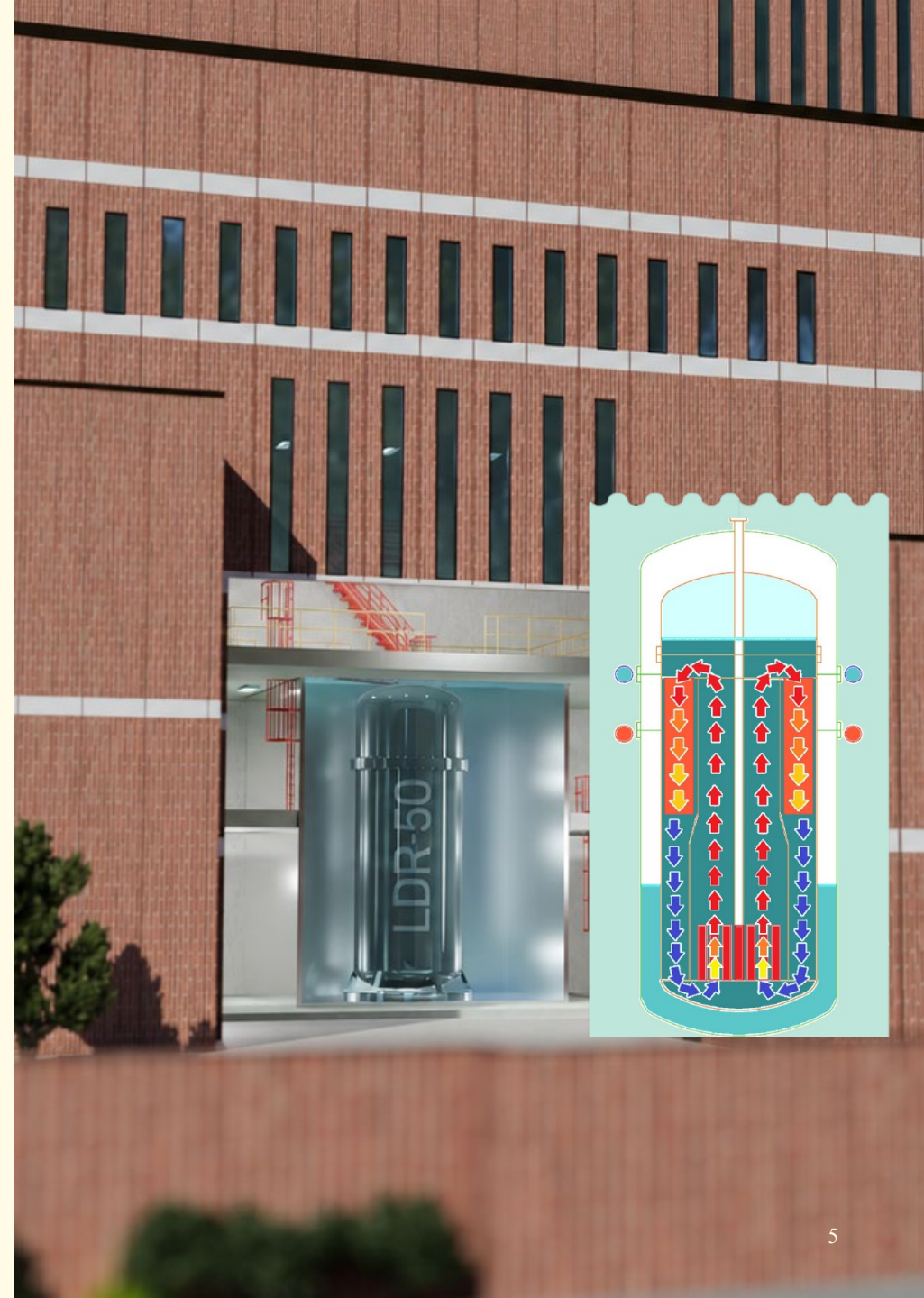
LDR-50 teknologia lyhyesti.

- Turvallinen maanalainen sijoituspaikka, joka voidaan sijoittaa lähelle asutusta.
- Luonnolliseen konvektioon perustuva, itseään ylläpitävä toimintakierto.
- Reaktoriallas pystyy jäähdyttämään reaktoria viikkojen ajan.
- Passiivinen lämmönpoisto.
- Eriytetyt piirit ja paine-erot piirien välissä.



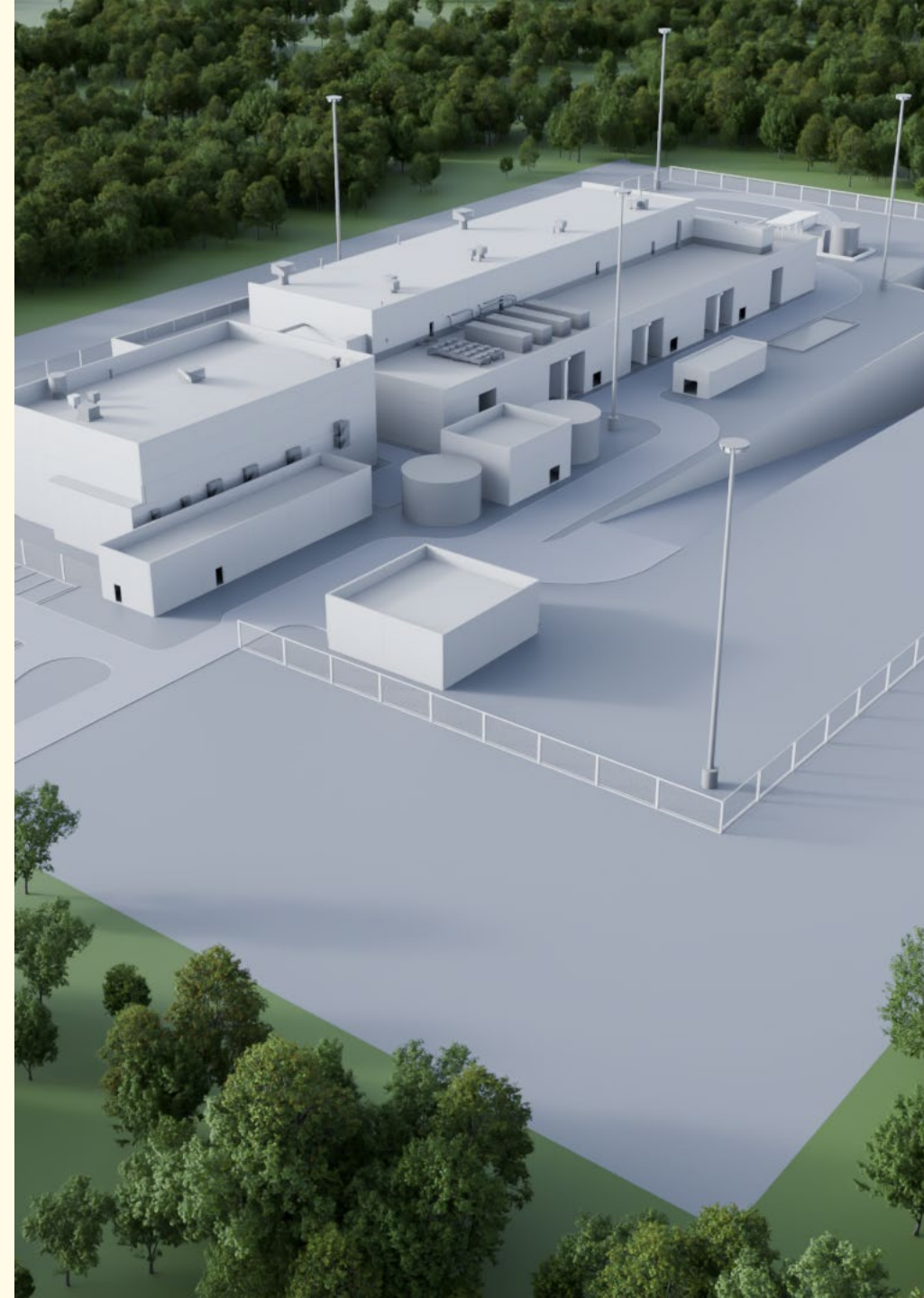
LDR_e testilaitos Helsingin Salmisaassa.

- 01 LDR_e – 1:1 testilaitos
- 02 Laaja testausohjelma
- 03 Empiirinen data
- 04 Turvallisuusanalyysit
- 05 Toimitusketjujen kehittäminen

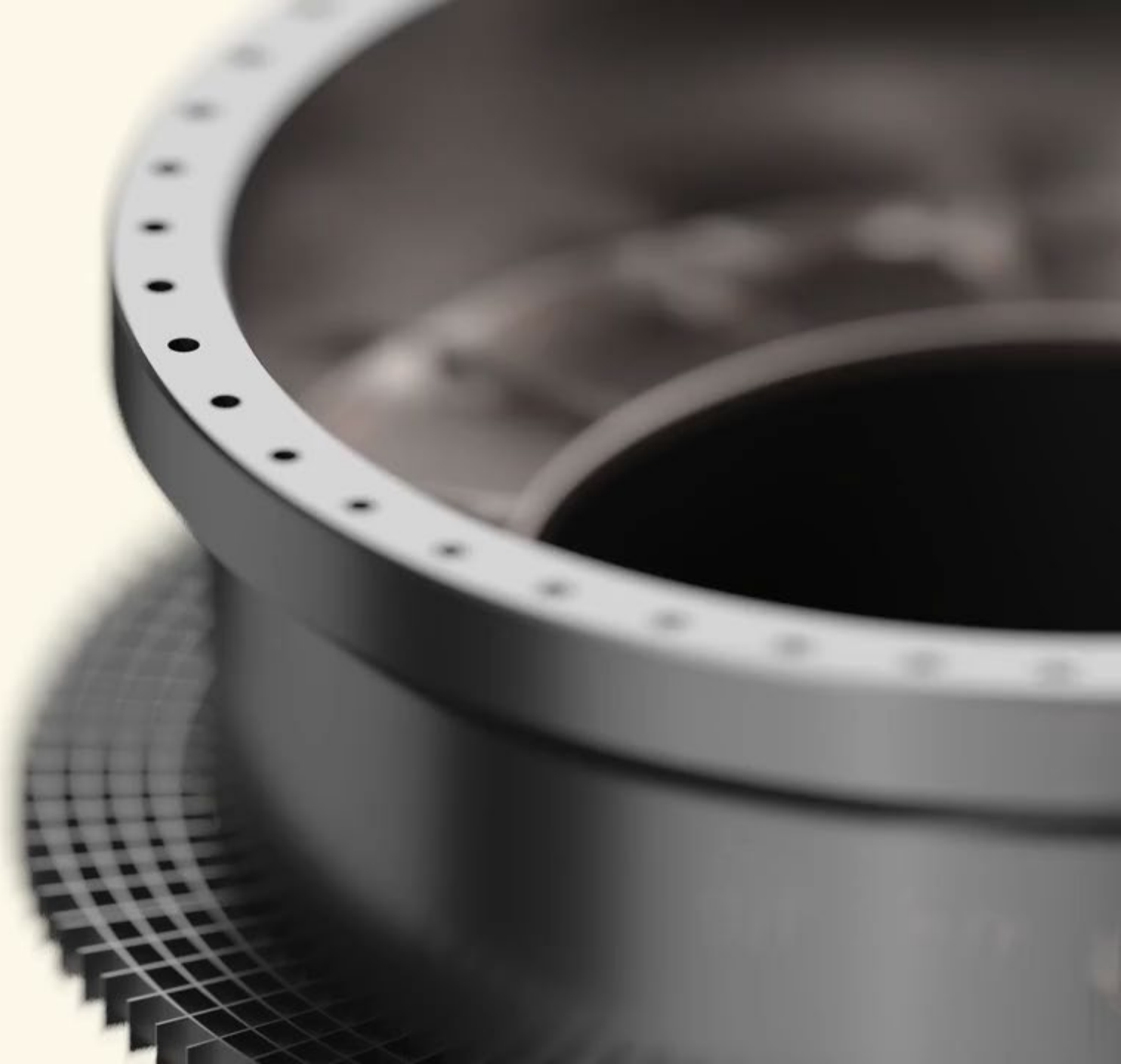


Turvallisuusluvitukseen liittyvät aktiviteetit.

- 01 Alustava konseptiarviointi
Säteilyturvakeskuksen kanssa valmistui 2025
- 02 Yhteinen ennakkoarviointi eurooppalaisten
viranomaisten kanssa valmistui kesällä 2026
- 03 Uuden ydinenergilain mukaista teknistä
konseptiarviota varten laadittava
dokumentaatio viimeistelyvaiheessa



Kiitos!



Calogena

5.10.2026

Jaakko Pullinen

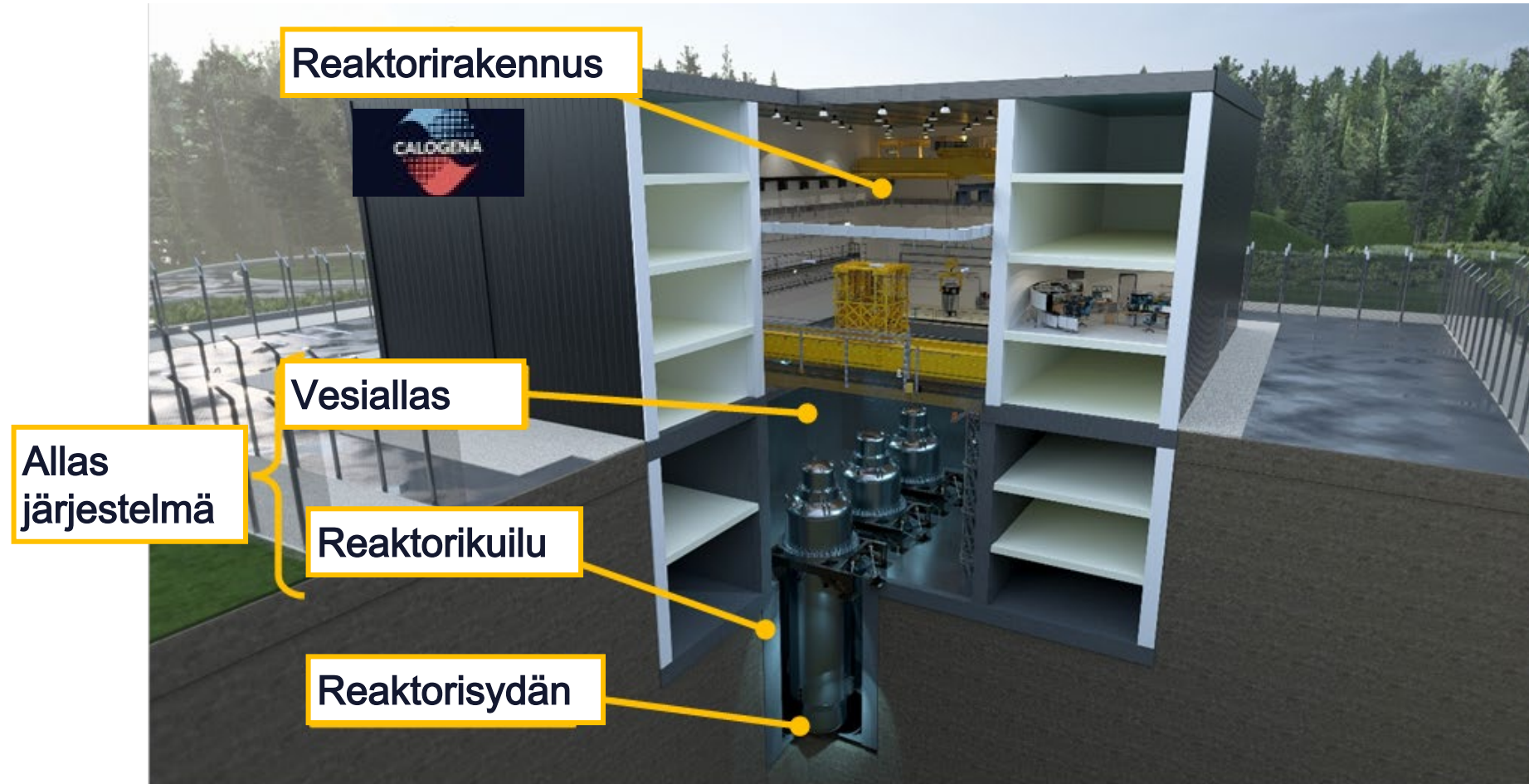


Calogena kehittää kustannustehokasta pienydinreaktoria, joka on suunniteltu erityisesti vähäpäästöiseen kaukolämmön tuotantoon.



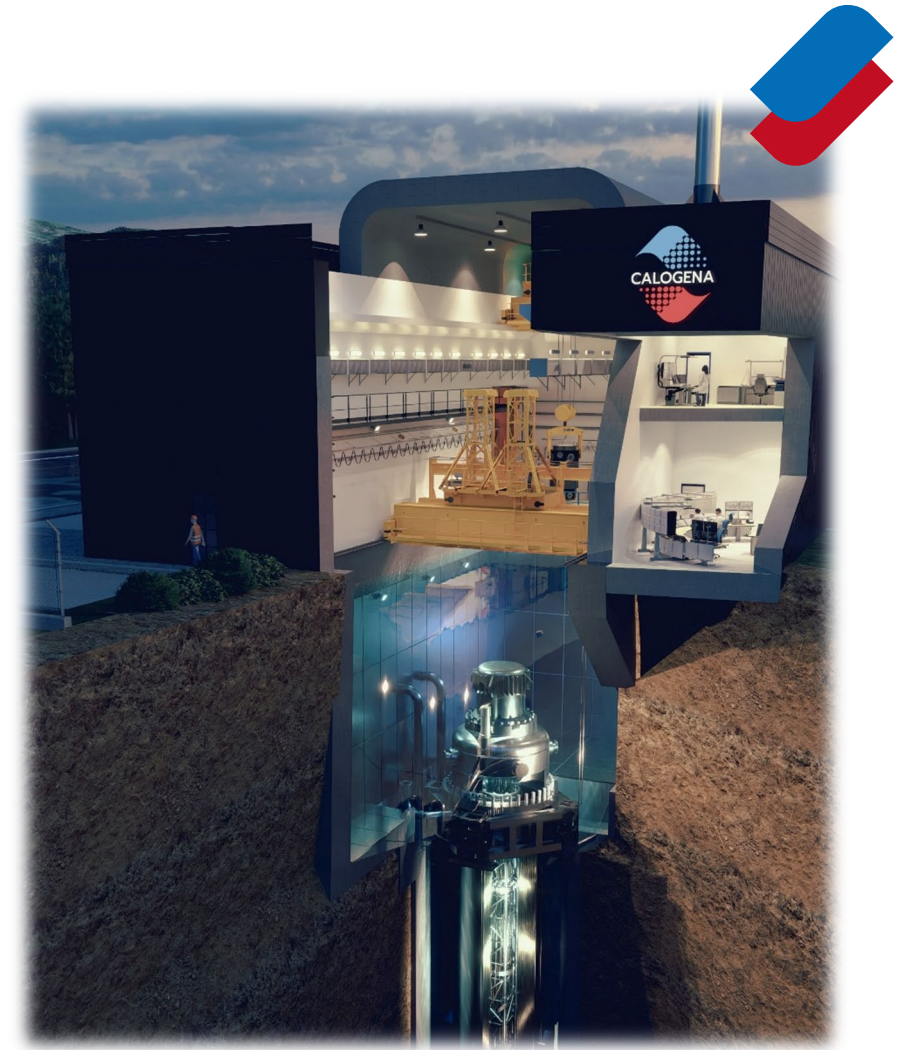
Teknologiamme

CAL90 voimalaitos



Calogenan moduuli on suunniteltu erityisesti 3. ja 4. sukupolven kaukolämpöverkkoihin

Teho	36 MWth
Lämpötila mukautettavissa verkon vaatimuksiin	70-110°C
Moduulin käyttöikä	> 60 vuotta
Kuormanseurantakyky	20-100% P _{nom}
Polttoaineen täydennysväli	2 vuotta
Maantarve	3000 m ²
Sähköntarve	1300 kVA
Vedentarve	5 m ³ / päivä
Polttoaine	UO ₂ 3.4%
Moduulin sijoitus	Esikaupunkialueelle

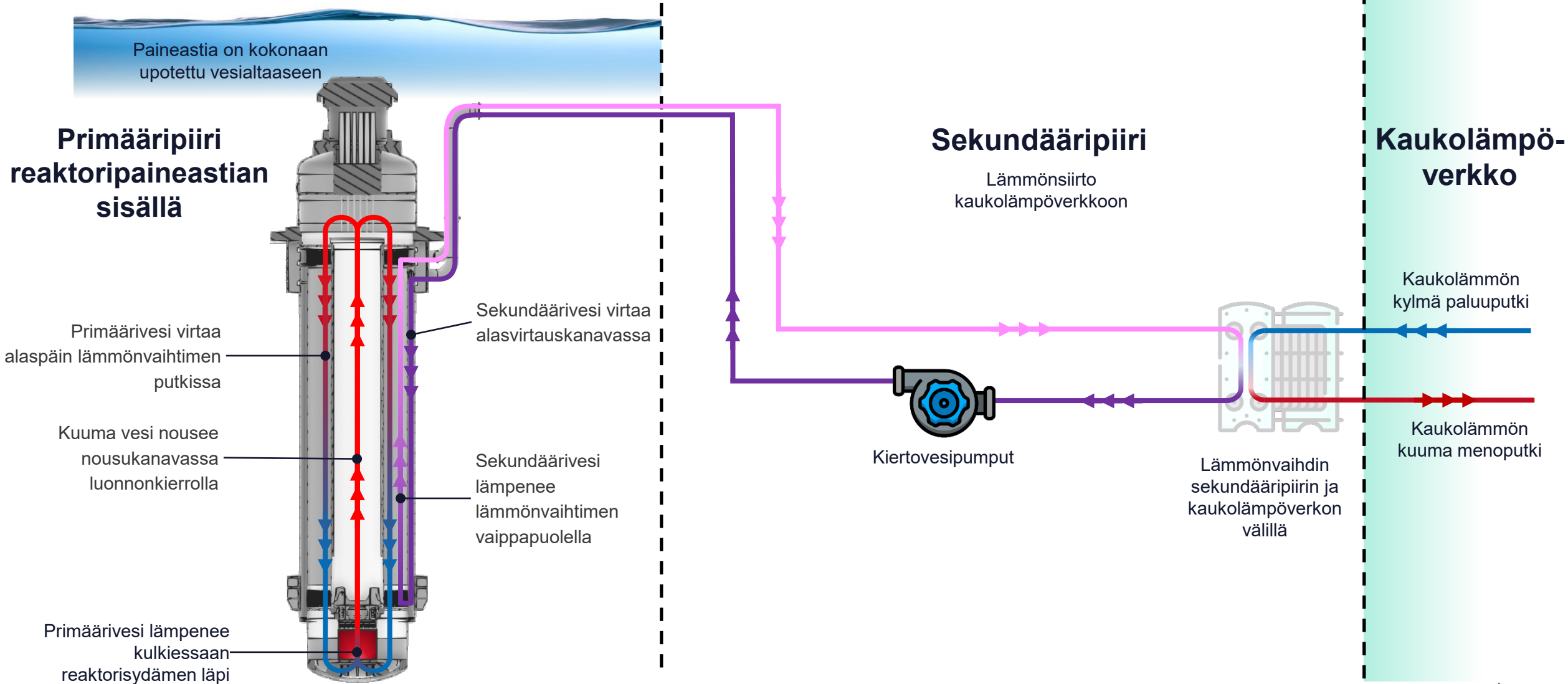


Calogenan lämmitysprosessi

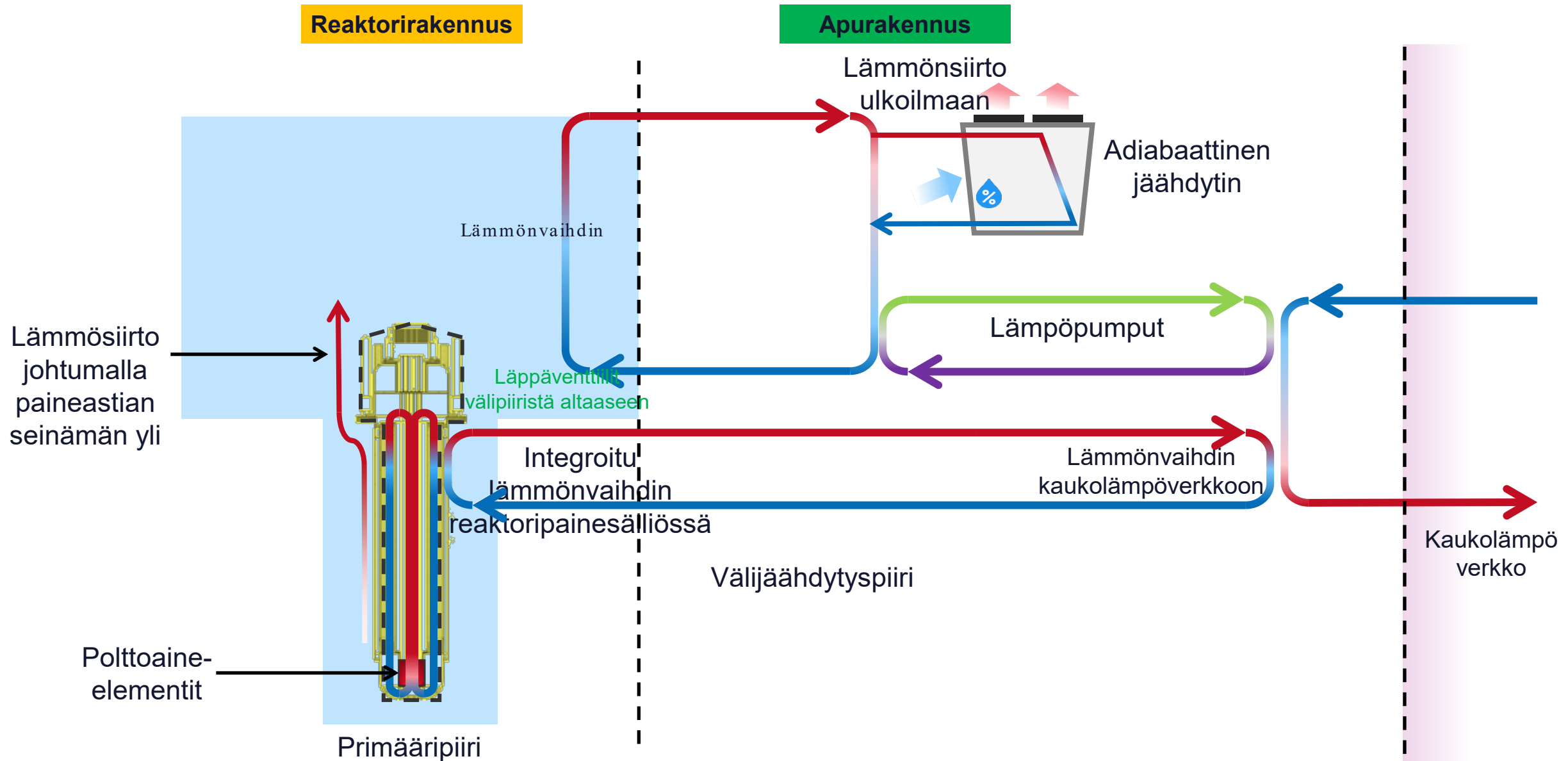
Calogena reaktorirakennus

Calogena apurakennus

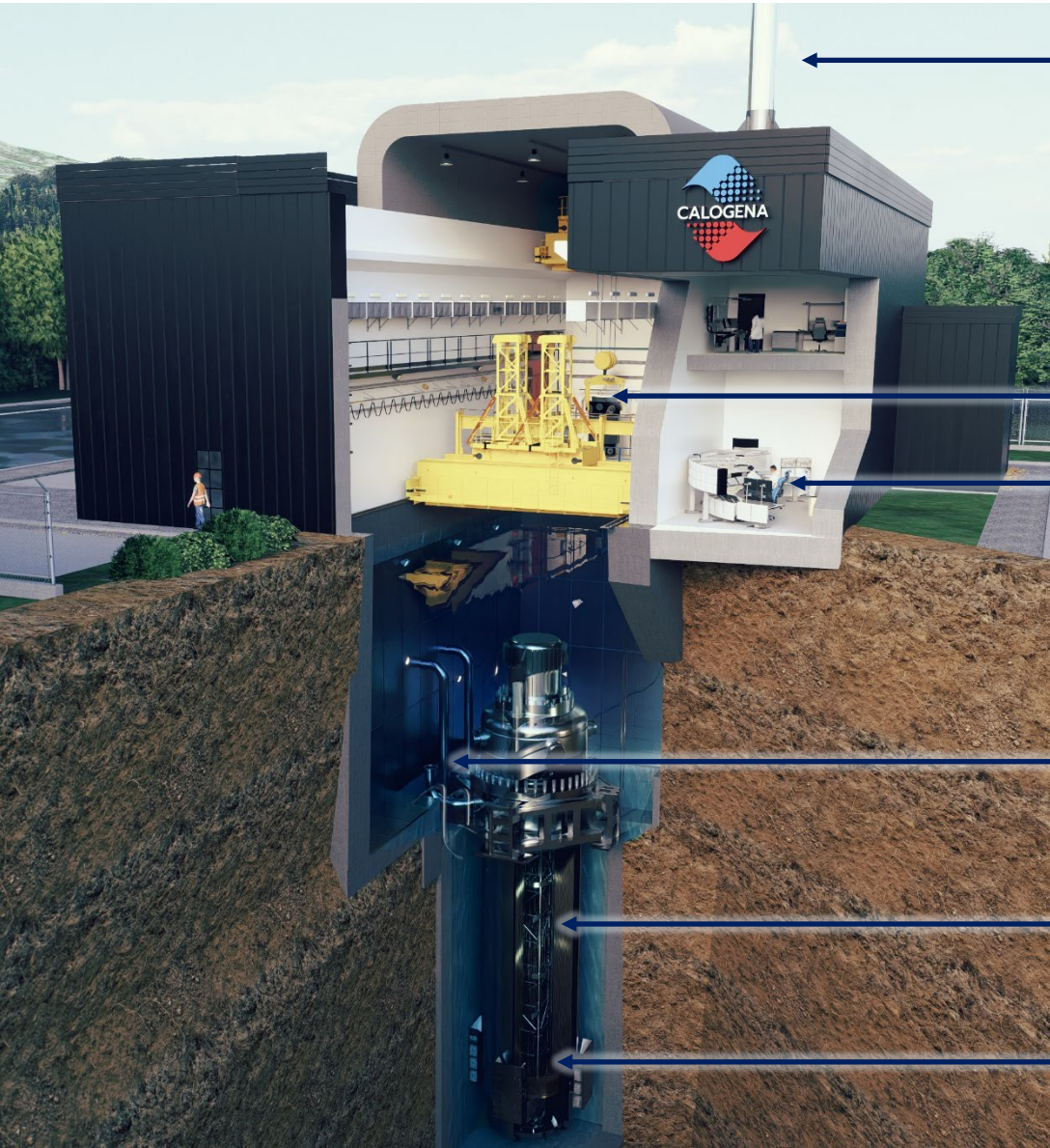
Calogena laitosalueen
rajaus



Reaktorin jäähdytysjärjestelmät



Koeteltuun teknologiaan perustuvat ominaisuudet



Passiivinen, dynaaminen
suojarakennus

Reaktorisydämen
käsittelytoiminnot

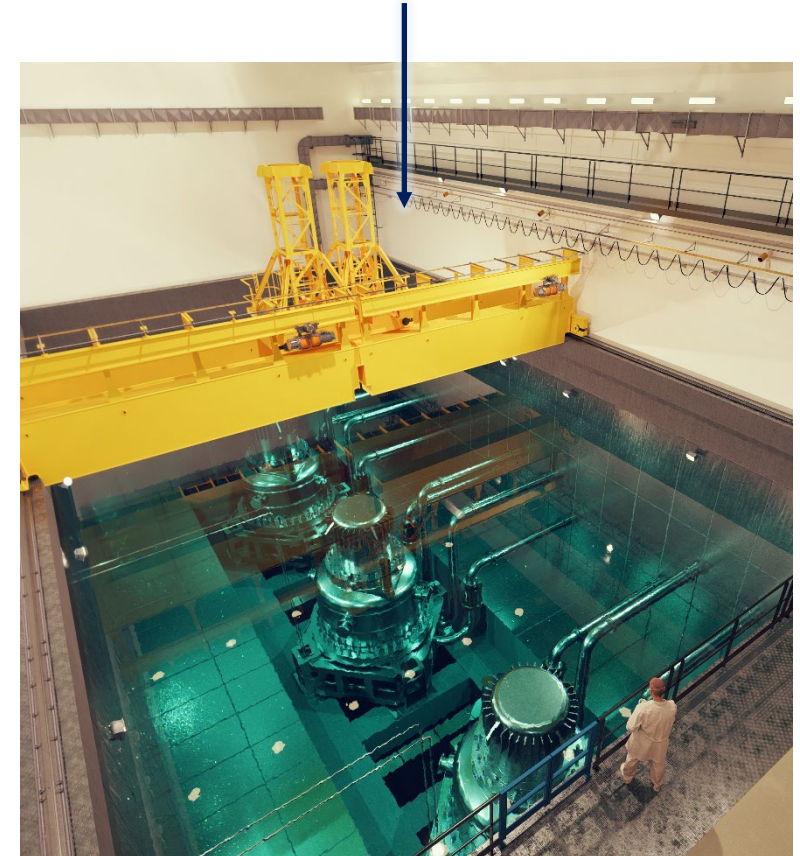
Autonominen reaktori,
jonka käyttö vaatii vain
vähän henkilöstöä

Passiiviset
painovoimaventtiilit
varmistavat jäähdytyksen

Integroitu primääripiiri

Standardi polttoaine

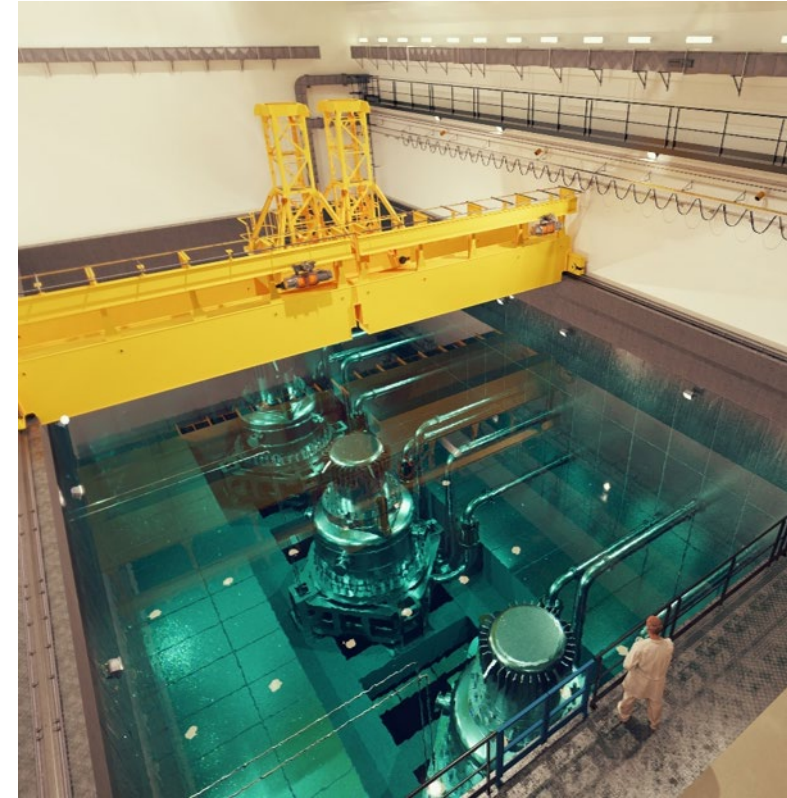
Monistettava, standardoitu
malli mahdollistaa useiden 36 MW
yksiköiden sijoittamisen samaan
rakennukseen (esimerkkinä CAL90)



Lähtökohtamme on turvallisuus

Miksi Calogenan laitos on turvallinen?

- Passiiviset turvajärjestelmät
- Yksinkertaiset laitteet ja järjestelmät
- Rinnakkaiset järjestelmät ja laitteet, joissa lisäksi sovellettu erilaisuusperiaatetta
- Polttoaine ja laitteet perustuvat koeteltuun tekniikkaan
- Alhainen tehotaso, reaktorin nimellisteho on 37.5 MWth
(OL3: 4300 MWth)
- Vähän polttoainetta, 4 tU
(OL3: 128 tU)
- Alhainen paine ja lämpötila reaktorissa 125°C/ 6 bar
(OL3: 325°C/155 bar)
- Suuri vesimäärä reaktoripaineastiassa
- Reaktoripaineastia on asennettu vesialtaaseen



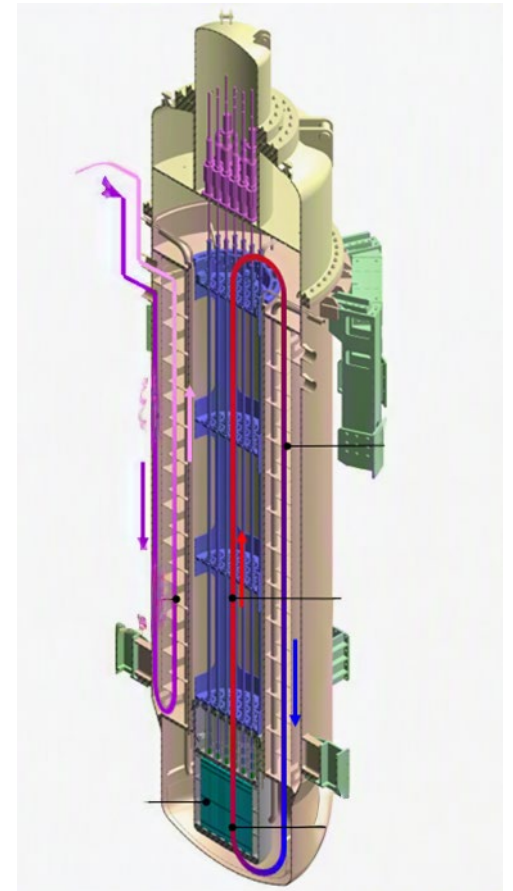
Onnettomuuksien hallinta

Sydämensulamisonnettomuus on eliminoitu suunnitteluratkaisulla

1. Moninkertaisuuteen ja erilaisuusperiaatteeseen perustuvat ketjureaktion sammutusjärjestelmät

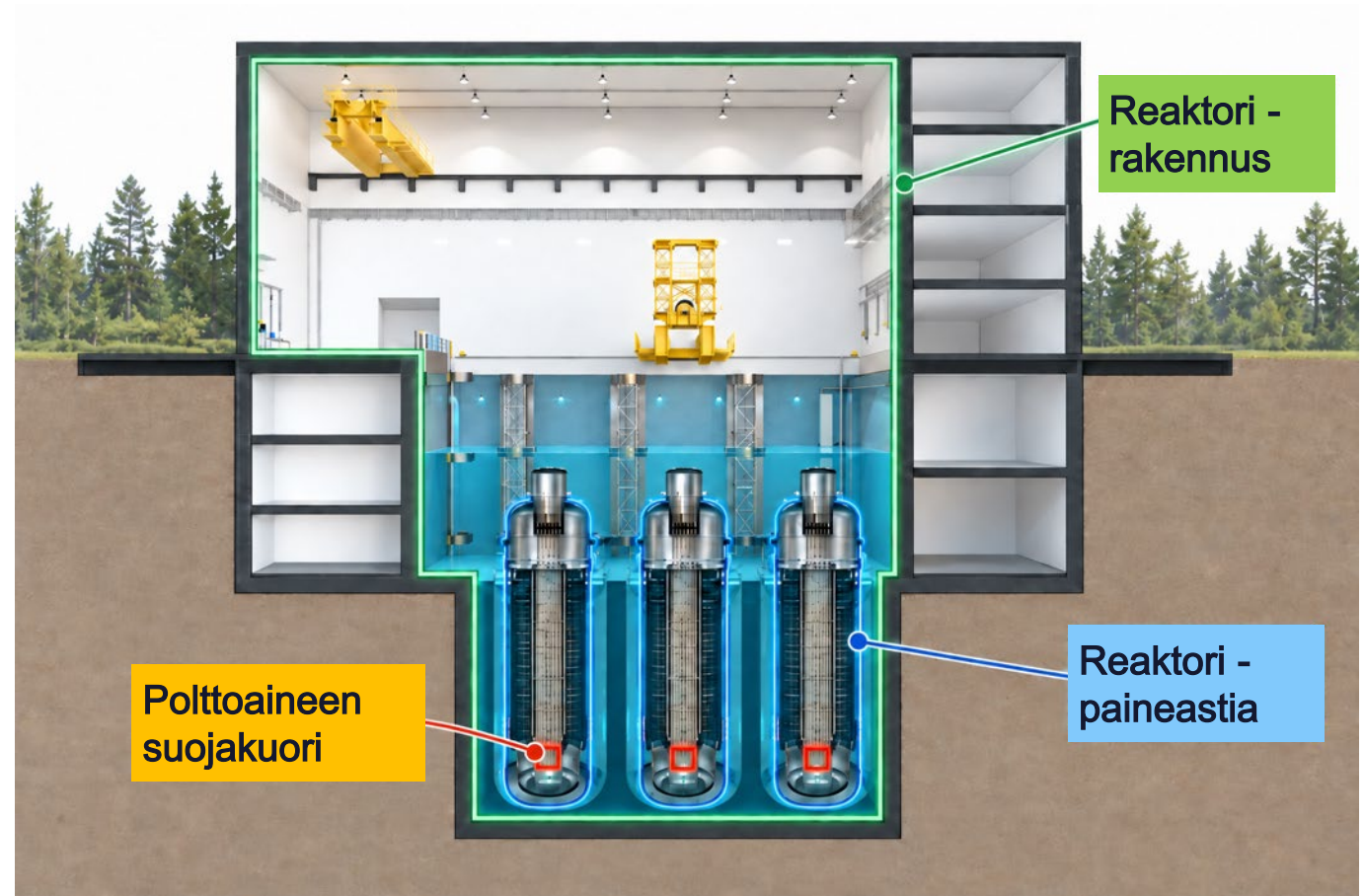
2. Polttoaineen jäähdytys turvattu

- Passiivinen lämmönsiirto reaktorista
- Matalatehoinen reaktorisydän
- Suuri vesitilavuus reaktorissa
- Reaktori asennettu vesialtaaseen



Kolme peräkkäistä leviämistä

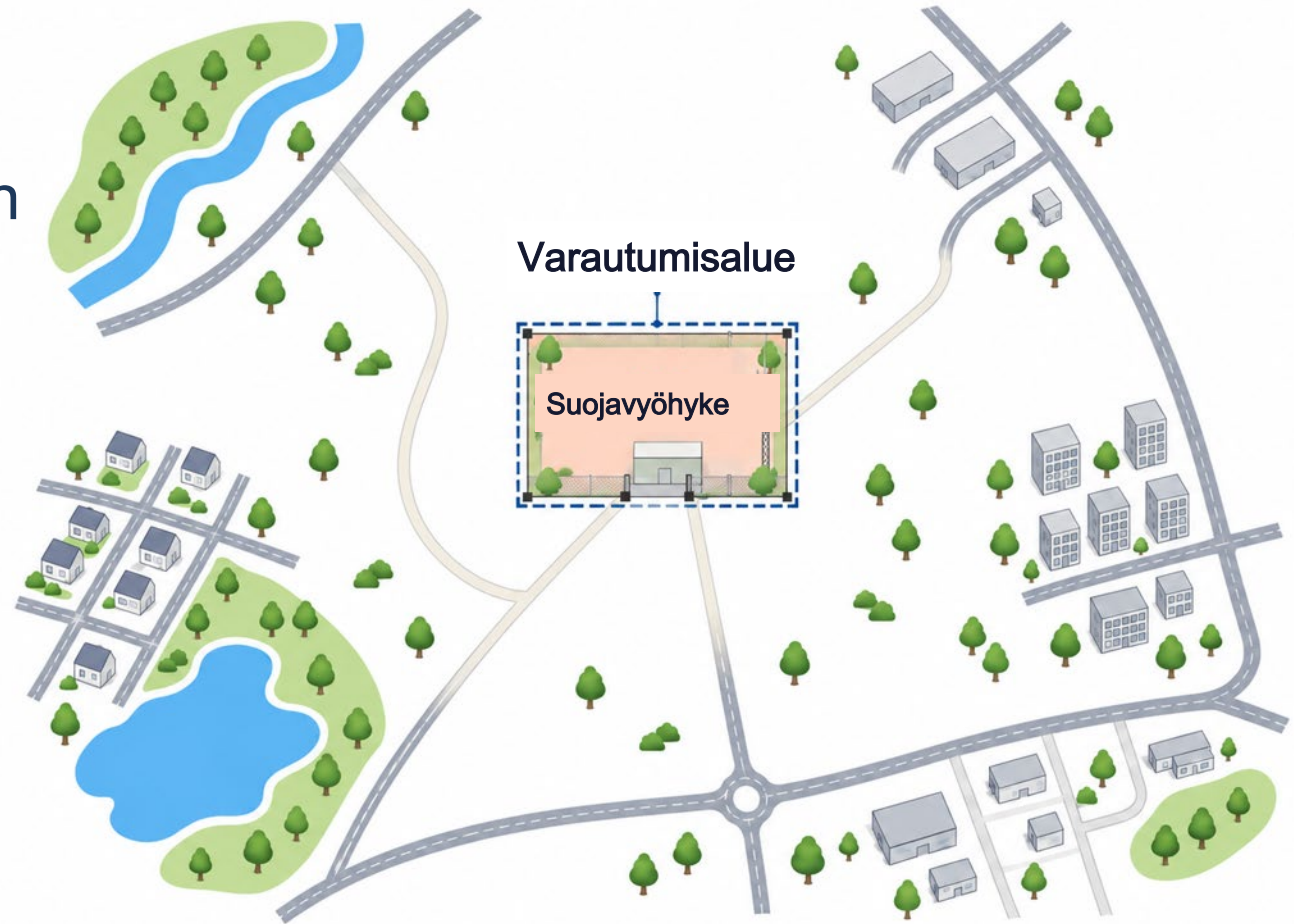
- Polttoainesauvojen suojakuori
- Reaktoripaineastia
- Suojarakennus, jossa on onnettomuustilanteita varten suodatus- järjestelmä (HEPA ja jodi)



Suojavyöhyke ja varautumisalue

Väestönsuojeluun liittyvät alueet rajoittuvat laitosalueen välittömään läheisyyteen

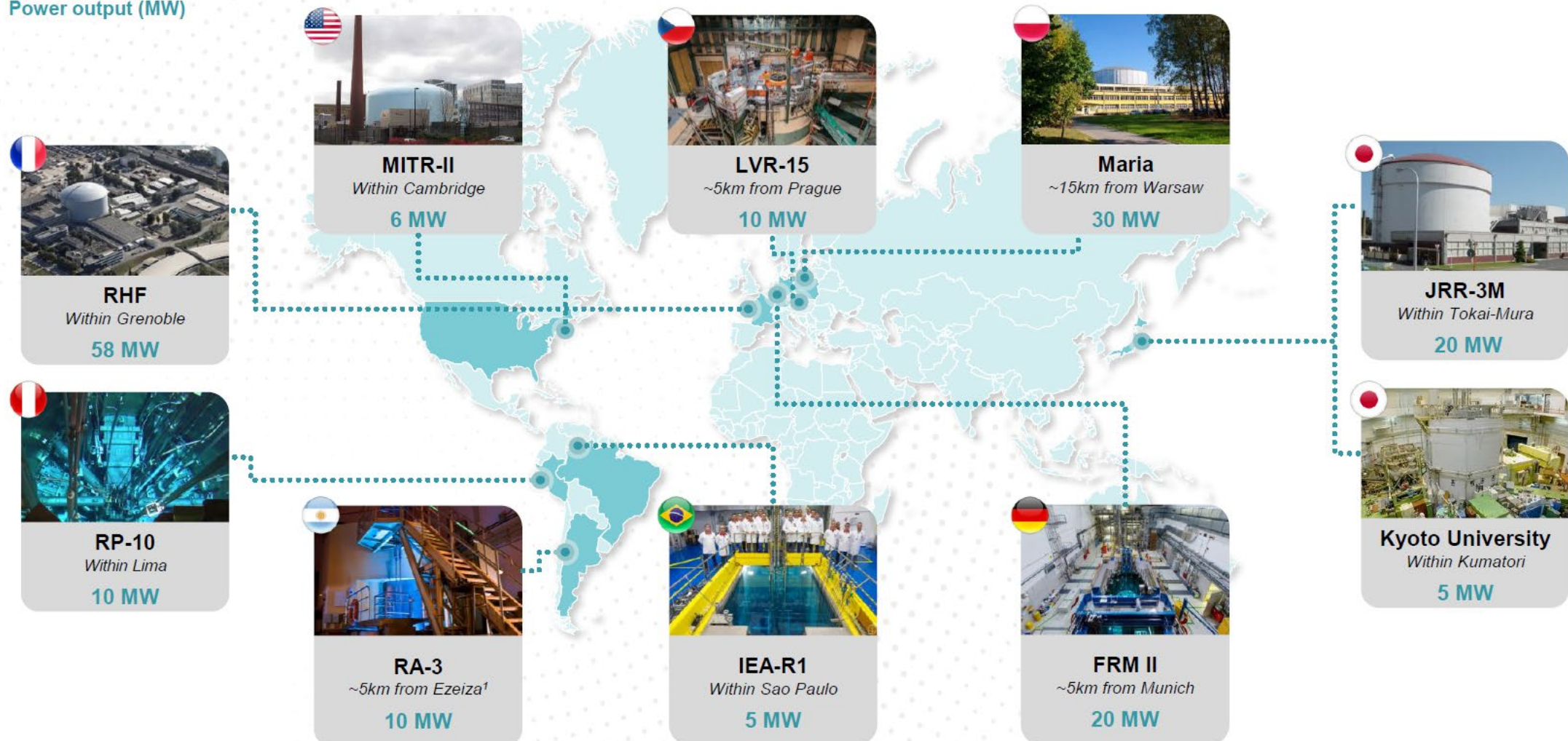
- Suojavyöhykkeen ulkopuolella ei ole evakuointitarvetta onnettomuustilanteissa (= laitosalue)
- Varautumisalueen ulkopuolella ei ole tarvetta kiireellisille toimenpiteille. (= laitoksen välitön läheisyys)



Useita matalatehoisia ydinreaktoreita on rakennettu lähelle kaupunkikeskuksia

Tutkimusreaktorit – kokemuksia ydinlaitosten sijoittamisesta kaupunki - ja taajama -alueille

Power output (MW)



An aerial night view of a city, likely Helsinki, with a dense network of streets illuminated by glowing orange and yellow lights. The city is surrounded by dark green forests and a body of water is visible on the left. The word "Kiitos!" is overlaid in the center in a large, white, sans-serif font.

Kiitos!

Hiilivapaa kaukolämpöä