Fermi Energia

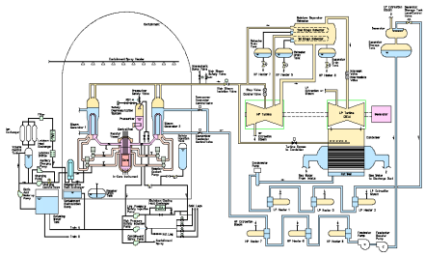
VÄIKEREAKTORI RAJAMISPROGRAMMI ARENDAMINE JA ELLUVIIMINE

Henri Ormus **10.08.2023**

Küsimus:
Millised on põhilised tuumajaama programmi arendamise etapid?

Tuumajaama elutsükkel on 80-120 aastat

Planeerimine, projekteerimine, litsenseerimine
5 ~ 20 aastat



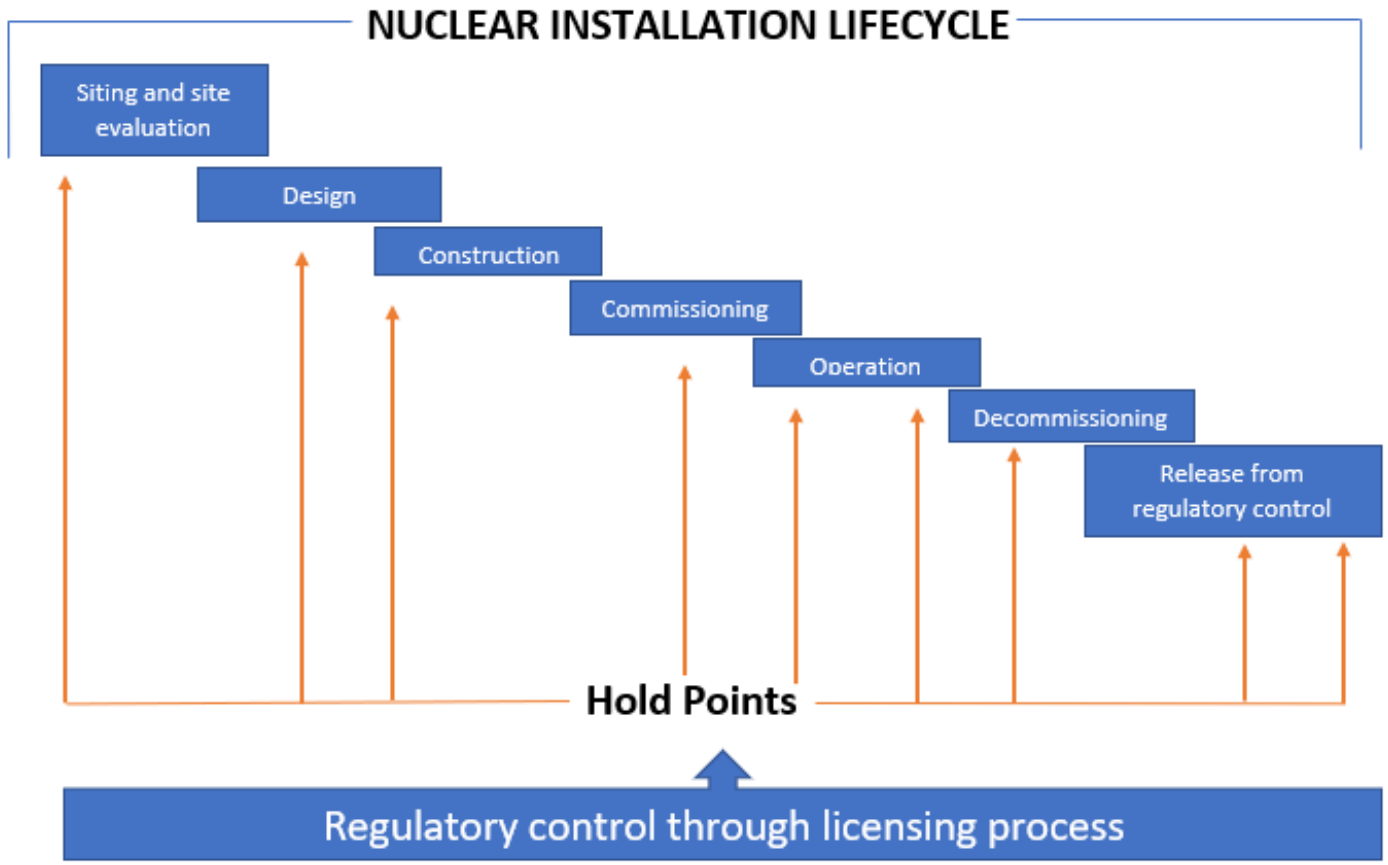
Ehitus
5 ~ 10 aastat

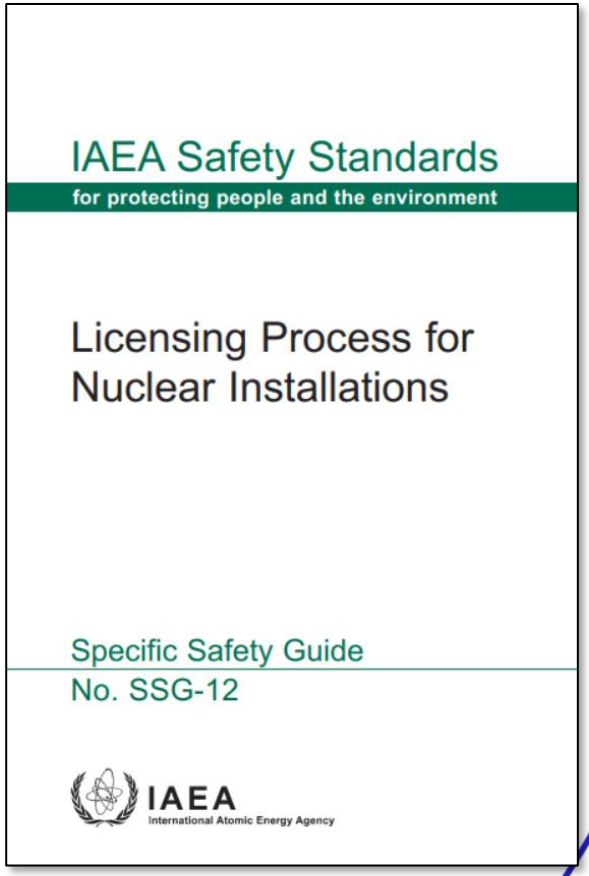
Dekommissioneerimine
10~20 aastat

Asukoha ettevalmistus
3 ~ 5 aastat

Opereerimine
60~100 aastat

Tuumajaama eluetapid





Tuumarajatise eluetapid ja litsentseerimise kontrollpunktid

Introducing Nuclear Power

IAEA
International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Phase 1 Consider

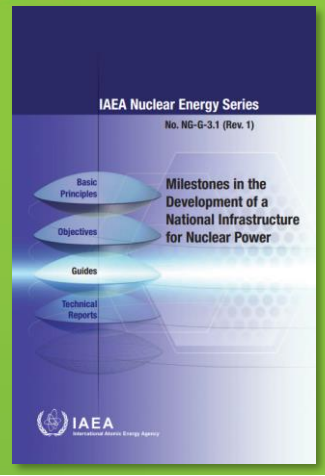
Milestone 1 Decide

Phase 2 Prepare

Milestone 2 Contract

Phase 3 Construct

Milestone 3 Commission



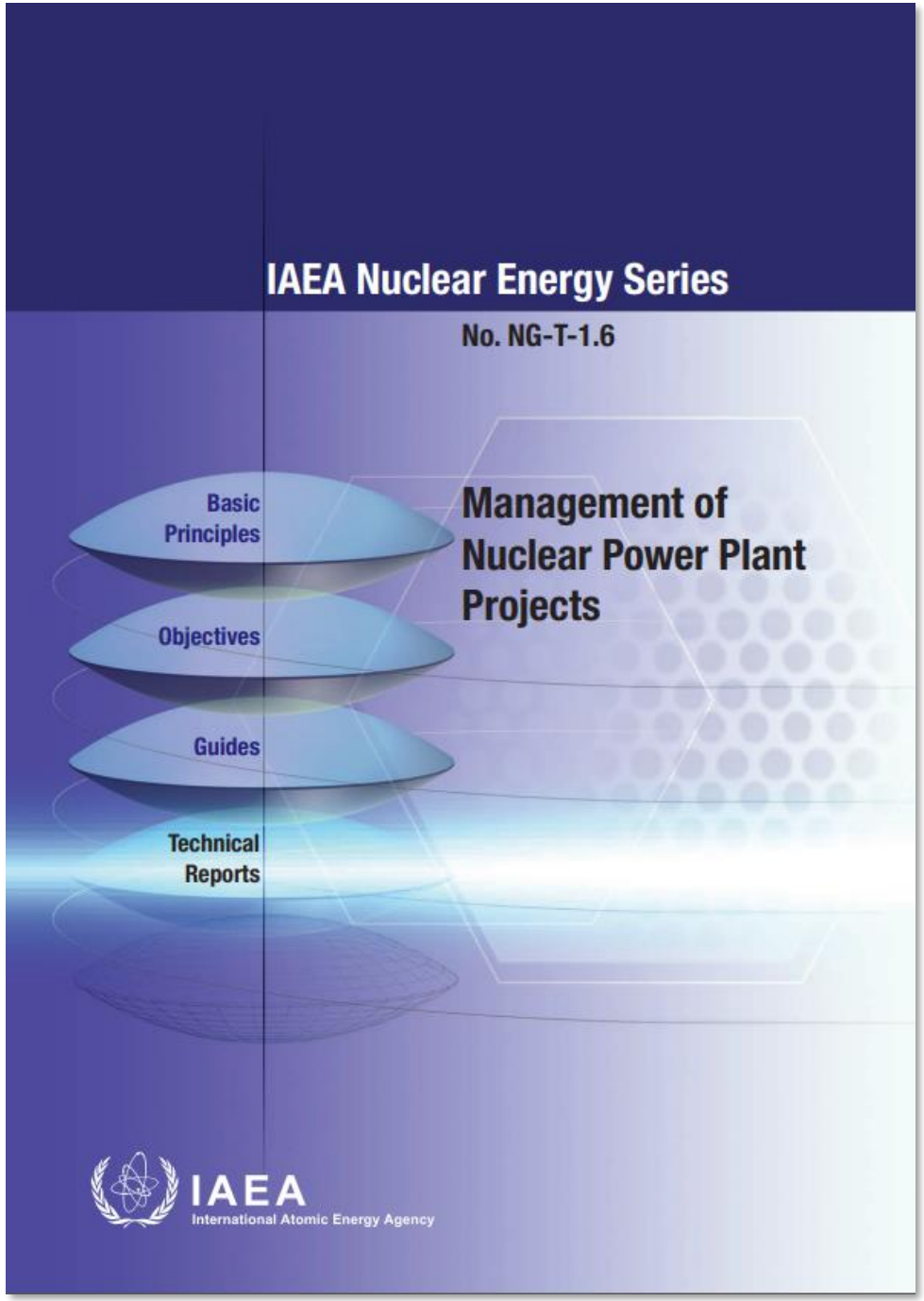
Olkiluoto tuumajaama, Soome (2×890 MWe + 1600MWe)


Olkiluoto 3 tuumajaama ehitus

Olkiluoto 3 tuumajaama turbiinihalli ehitustööd

Tuumaenergia taristu 19 elementi

Nuclear Infrastructure Issues - IAEA Milestones Approach



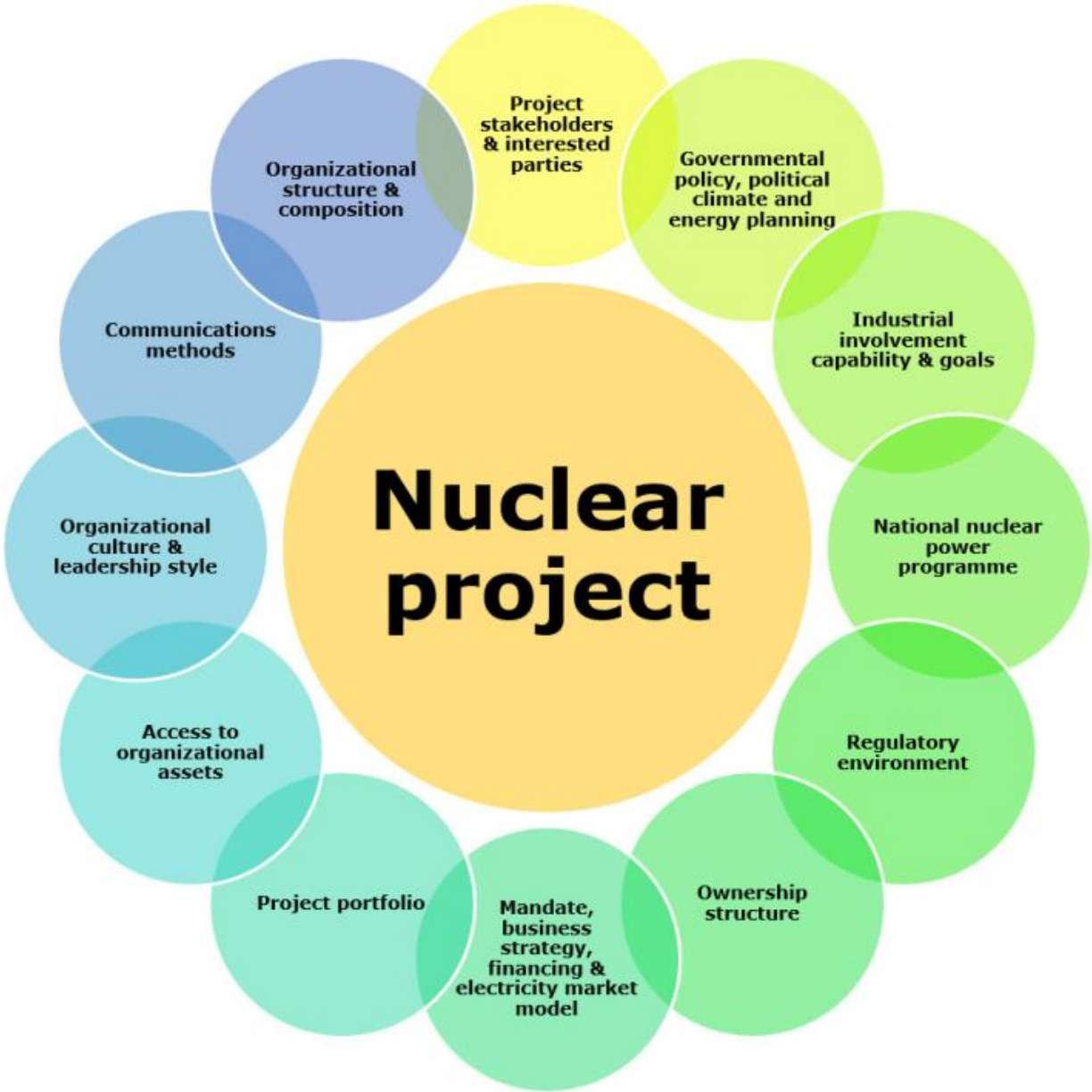


FIG. 3. Enterprise and external environment factors that influence nuclear projects.

Projektijuhtimine

On üks olulisemaid aspekte tuumajaama projekti õnnestumisel

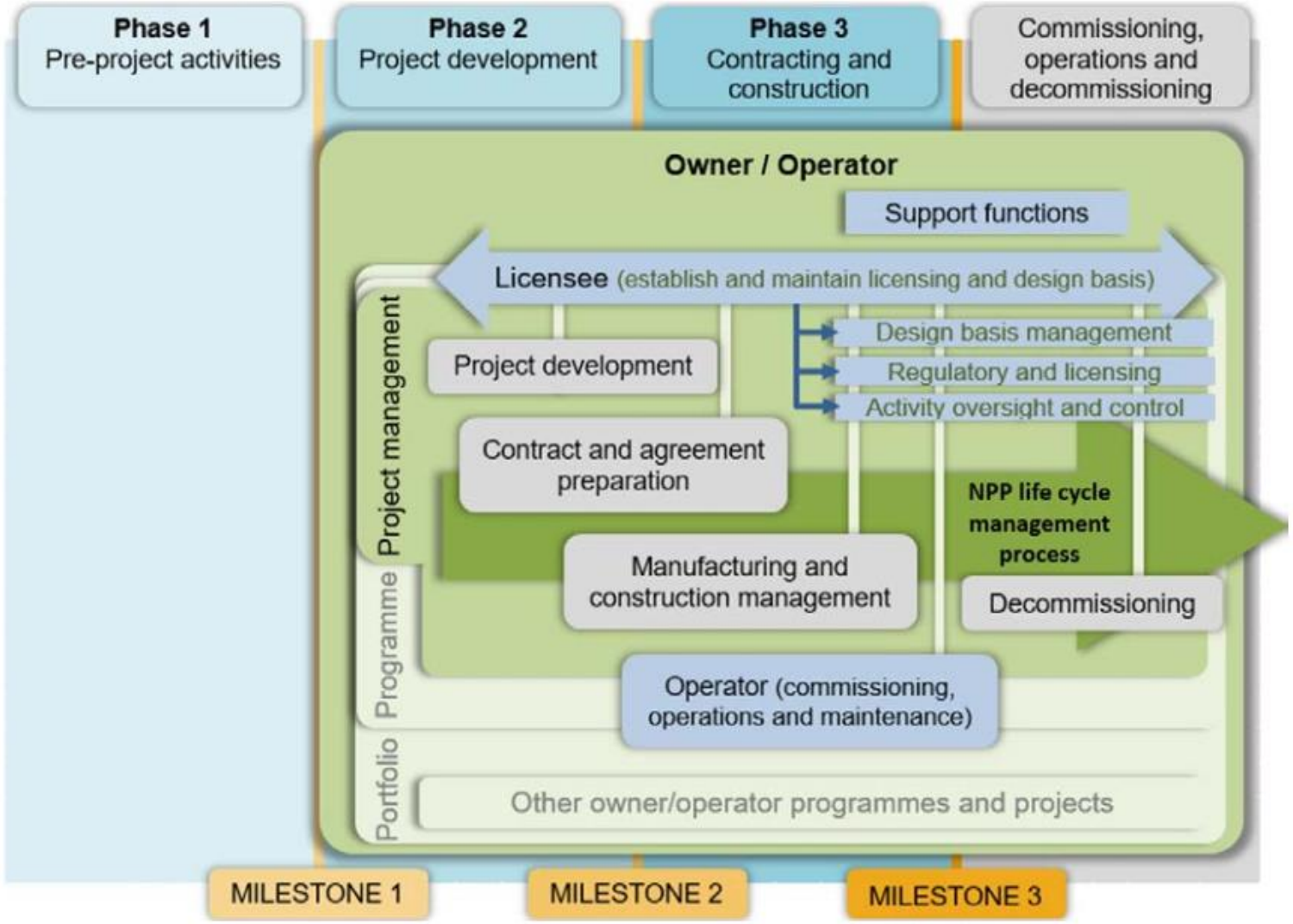
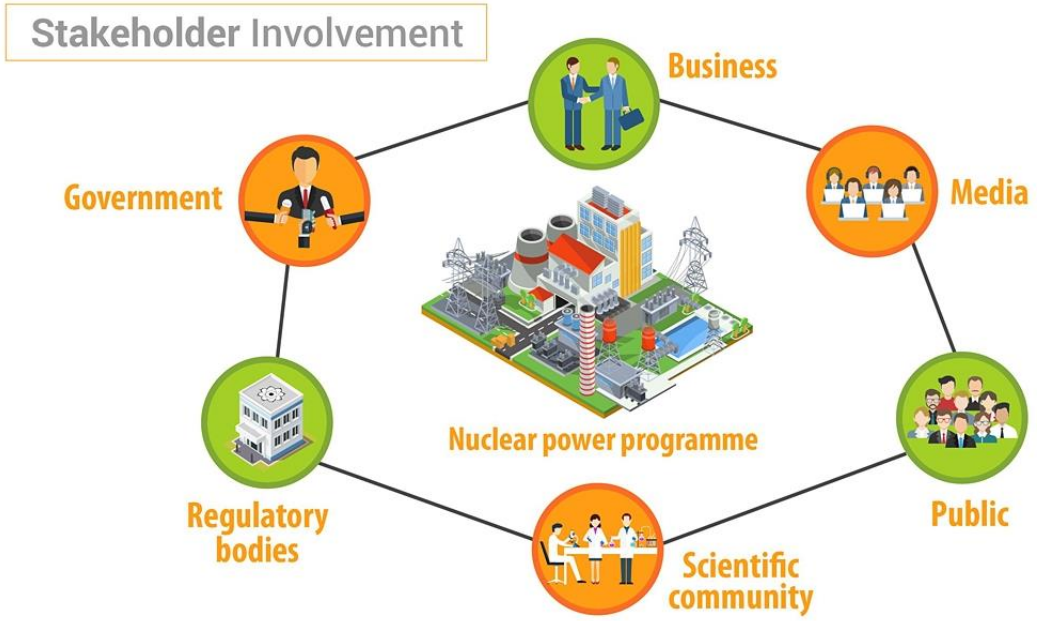


FIG. 5. Structuring of a typical NPP project within an owner/operator's portfolio for a newcomer country.

Projekti sidusrühmad

- Avalikkus
- Valitsus vastutab üldise poliitika ja mõnel juhul rahastamise eest
- Turg (elektritarbijad) vajavad elektrit ja on valmis maksma õiglast hinda
- Jaama omanik (Operaator) vastutab projektide arendamise ja klientide hüvanguks elektri tootmise eest. Võtab kogu projektiriski, kui seda tasakaalustavad hea struktuur ja atraktiivsed turud
- Tehnoloogia tarnija vastutab tehnoloogia, projekti graafikujärgse tarnimise ja eelarve eest
- Regulaator vastutab inimeste ja keskkonna ohutuse eest
- Investorid pakuvad rahalisi vahendeid
- Meedia



Edukas projekt vastab kõigi sidusrühmade vajadustele

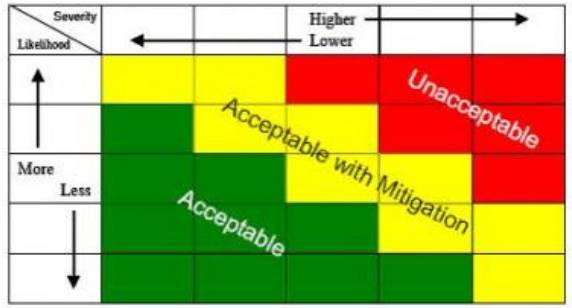
Projekti Riskid

- Poliitilised
- Regulatiivsed
- Ehituslikud
- Opereerimise
- Elektrituru
- Tehnoloogia
- Finantseerimise

Table 1: Nuclear power project risk matrix

	Development	Construction	Operation	Decommissioning
Technical	Regulatory assessment Site suitability Environmental impact Planning approvals	Safety Design completion/changes Regulatory assessment/approvals Vendor & Contractor performance Equipment supply chain Skilled & experienced workforce Construction quality Transport routes to site Industrial relations Plant performance	Safety Plant performance Skilled & experienced workforce Nuclear event elsewhere Nuclear event The environment Fuel supply chain	Safety Design completion/changes Regulatory assessment/approvals Contractor performance Equipment supply chain Skilled & experienced workforce Transport routes to/from site
Business Case	Economics Demand forecast Used fuel & radioactive waste disposal	Design changes Delay	Electricity trading arrangements Electricity price Carbon price Fuel costs Capital additions Early closure Cost of waste and used fuel disposal Decommissioning fund performance	Decommissioning fund
Societal & Political	General public support and local approval Policy supporting the need for nuclear power Policy for waste management Decommissioning & waste management mechanism Carbon pricing mechanism Environmental policy			

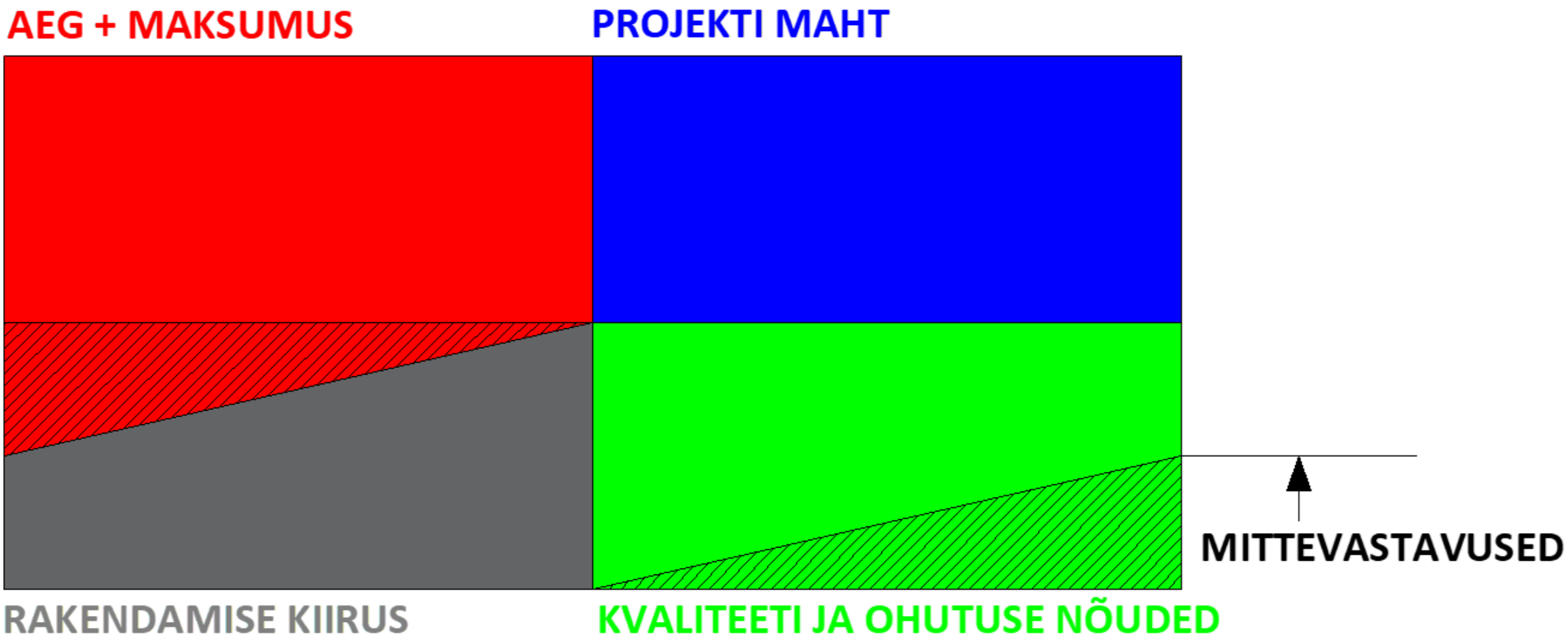
Source: [WNA]



Tüüpilised probleemid tuumajaamade arendamisel

- Disain pole ehituse alustamiseks piisavalt küps
- Detailne tööprojekt ja töödokumentatsioon ei ole planeeritud ehitamise ajaks valmis, viivitused tootmises, projektijuhtimise väljakutsed
- Keerulised regulatiivsed nõuded
- QA/QC probleemid, vead ja mittevastavused
- Ebapiisav tuumaehituse kogemus
- Ebapiisav tuumaklassi seadmete tootmise kogemus (tuumastandardid)
- Omanikul puudub suurte ehitusprojektide juhtimise kogemus
- Ebapiisav projektikontroll (aeg, kulud, kvaliteet)
- Kehv vastutuse ja töökorralduse määratlemine kaasatud osapoolte vahel
- Ebapiisav ajakava integreerimine ja osapooltevaheline suhtlus
- Puudulik strateegiline ja operatiivne planeerimine (protsessid, tegevused, verstapostid)
- Poliitilised muutused
- Finantsprobleemid

Probleemid tuumajaamade ehitamisel



Eduka projekti kriteeriumid

- Hästi projekteeritud ökonoomne jaam
- Stabiilne regulatiivne režiim
- Riskide jagamine kõigi projekti osapoolte vahel
- Tugev projektimeeskond
- Täieulatuslik projekti planeerimine ja juhtimine


Taishan TEJ, Hiina (2×1660 MWe EPR)
© 视觉中国


Leningrad-2 TEJ, Sosnovõi Bor (2×1085 MWe VVER-1200)

Barakah TEJ, UAE (4×1345 MWe APR1400)

Mõtteid koju kaasa

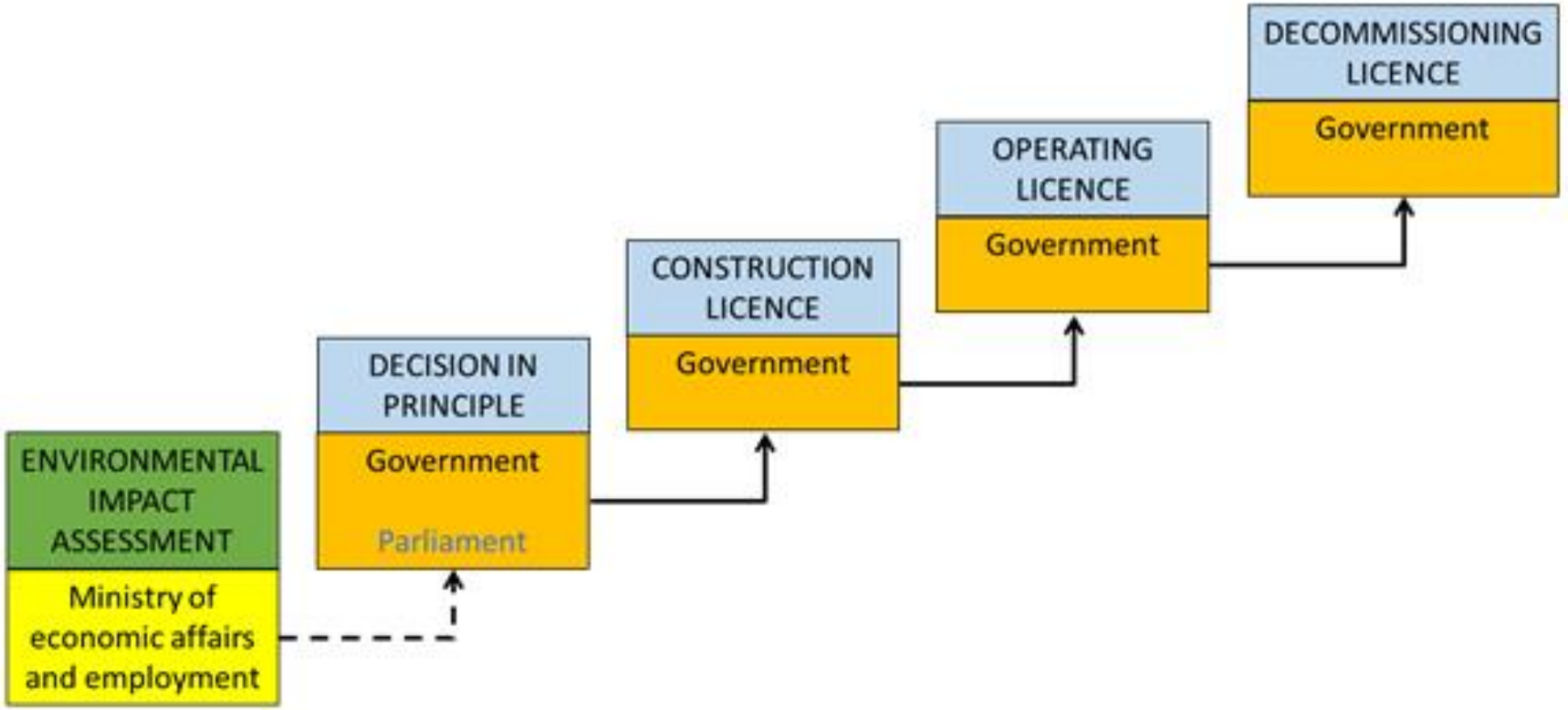
1. Tuumaprojektid on kapitalimahukad ja pikaajalised, kuid nende tegevuskulud on madalad väikse kütusekulu tõttu
2. Projektide standardiseerimine on riskide vähendamise ning kulude ja ajakava eesmärkide saavutamise võti
3. Tugev projektijuhtimine projekti omaniku poolt on projekti õnnestumiseks hädavajalik

Loamenetlus

Küsimus:

Millised on erinevad tuumajaama rajamiseks vaja minevad litsensid või load?

Näide: Soome uute tuumarajatiste litsentseerimise protsess

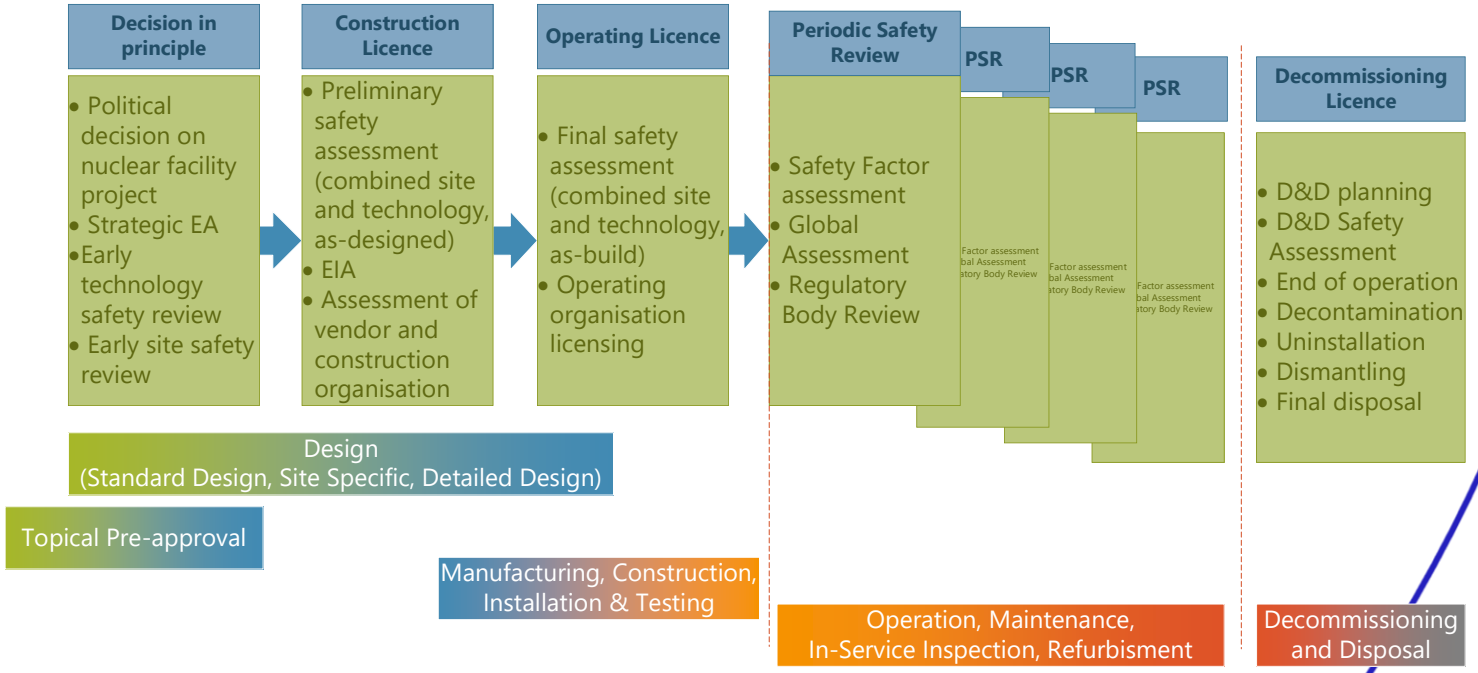


Loamenetlus

- Riigiti väga erinev
- Lisaks rahvusvahelistele normidele ja standarditele on riikidel omad seadused ja regulatsioon, mis teeb tehnoloogia viimise teise riiki keeruliseks
- Võrdluseks: lennundus

Üldine litsentsenseerimise protseduurika VMRi juurutamiseks Eestis

- Riigi eriplaneering ja põhimõtteline otsus
- Ehitusluba
- Käitamisluba
- Perioodiline ohutushinnang
- Dekomissioneerimisluba

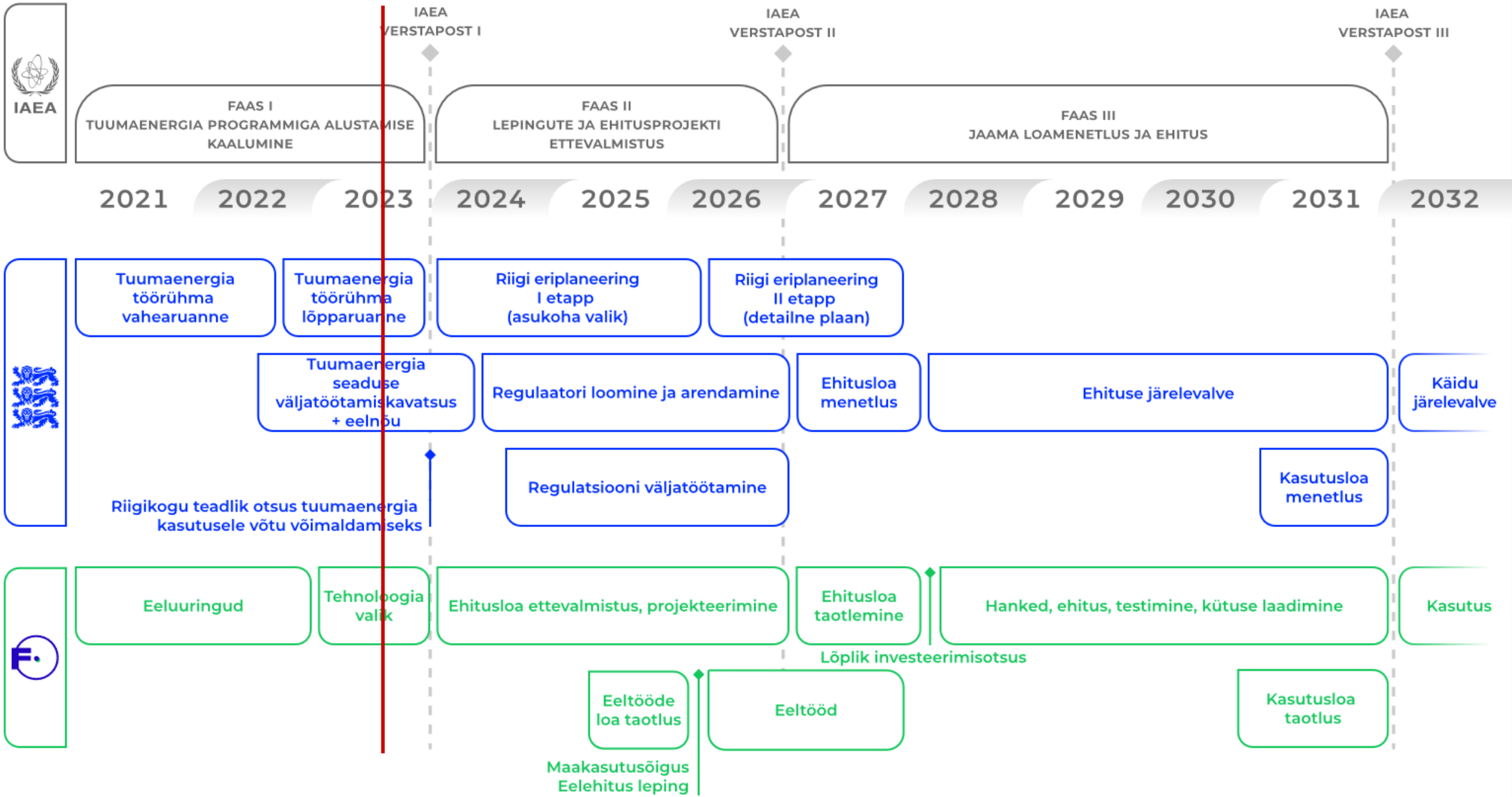


Seadusandlus vaja Eestis alles luua

Allikas: Väikeste moodulreaktorite litsentsimismudel (Teostaja: Fortum Power and Heat Oy ja GNE Advisory) LINK

Fermi Energia rajamisprogramm

suur pilt


IAEA
IAEA VERSTAPOST I
IAEA VERSTAPOST II
IAEA VERSTAPOST III
FAAS I
TUUMAENERGIA PROGRAMMIGA ALUSTAMISE KAALUMINE
FAAS II
LEPINGUTE JA EHITUSPROJEKTI ETTEVALMISTUS
FAAS III
JAAMA LOAMENETLUS JA EHITUS
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
Tuumaenergia töörühma vahearuanne
Tuumaenergia töörühma lõpparuanne
Riigi eriplaneering I etapp (asukoha valik)
Riigi eriplaneering II etapp (detailne plaan)
Tuumaenergia seaduse väljatöötamiskavatsus + eelnõu
Regulaatori loomine ja arendamine
Ehitusloa menetlus
Ehituse järelevalve
Käidu järelevalve
Riigikogu teadlik otsus tuumaenergia kasutusele võtu võimaldamiseks
Regulatsiooni väljatöötamine
Kasutusloa menetlus
Eeluuringud
Tehnoloogia valik
Ehitusloa ettevalmistus, projekteerimine
Ehitusloa taotlemine
Hanked, ehitus, testimine, kütuse laadimine
Kasutus
Lõplik investeerimisotsus
Eeltööde loa taotlus
Eeltööd
Kasutusloa taotlus
Maakasutusõigus
Eelehitus leping

Rajamisprogramm paneb paika projekti nurgakivid

1. Sidusrühmad
2. Projekti faasid
3. Jaam
4. Organisatsioon
5. Projektid
6. Tootmine
7. Riskid

Program plan developed stepwise incl. a business risk analysis	***Expectations***	***Targets***	***Criteria***	***People***	***Deliveries***	***Output***	***Value***
1. Stakeholders	**Government and authorities**	Shareholders and lenders	Suppliers and contracts	Regional and local	Media and public relations	Partnerships and services	Market and customers
2. Phases	Site and environment	**Technology and vendor**	Plant safety and licensing	Supply chain readiness	Construction readiness	Operational readiness	Decommis-sioning
3. Plant	Regulatory requirements	Design adaptation and maturity	**Procurement and supply chain**	Construction and localization	Validation and commissioning	Operational features	Replacements and refurbishments
4. Organization	Responsibility and governance	Competence and commitment	Recruitment and consultants	**Roles and responsibilities**	Learning and training	Management system	Information management
5. Projects	Management and integration	Contracts and scopes	Planning and time schedule	People and capacity to deliver	**Delivery progress and quality**	Reporting and control	Claims and disputes
6. Production	Fuel and waste	Power and upgrades	Availability and outages	Operators and qualifications	Trade and load follow-up	**Operation and maintenance**	Plant lifetime and extension
7. Risks	Risk assessment	Investments and financing	Agreements and contracts	CAPEX and project risks	OPEX and uncertainties	Plant performance and output	**203x-21yy €/TWh**

Liigume edasi samm-sammult ja plaanipäraselt.

Organisatsiooni eesmärgid on paigas

Target setting	Starting up	Plan & prepare		Construct & commission		Operate & maintain	
Technical	Scan technologies	Learn the key candidates	Get the permits	Supervise the quality	Close the open items	Analyse the performance	Plan refur-bishments
Project	Connect with suppliers	Plan the projects	Ensure the deliveries	Control the progress	Take over the plant items	Lead new projects	Lead refur-bishments
Corporate	Engage people	Plan the organization	Prepare ways of working	Finalize the systems	Transit to the operation	Optimize the output	Plan for investments
Production	Screen sites	Characterize the site(s)	Prepare the site	Hire, train and qualify	Run the plant validations	Monitor and run the plant	Carry out the shutdowns
Cooperation	Attract investors	Learn the execution	Follow ref. construction	Follow ref. operation	Contract the partnerships	Share lessons and training	Share services and R&D
FERMI KPI	**Direction**	**Licensing & financing**		**Quality & competence**		**Uptime & lifetime**	

2021 OPG decision

2024 national commitment

2028 Const-ruction license

Organization ready

2032 Unit #1 in operation

2034 Unit #2 in operation

2025 site selected

Full contract signed

Systems ready

2031 Operating license#1

2033 Operating license #2

Organisatsiooni areng on planeeritud

People	Start up	Plan & prepare		Construct & commission		Operate & maintain	
Technical	4	10	15	20	20	20	20
Project #1	1	5	15	25	25	20	5
Corporate	5	10	15	20	20	15	15
Production #1	-	5	10	20	40	60	60
FERMI people	→ 10	→ 30	→ 55	→ 85 – 105		115	100
External services	Shareholders Partners ICT	Advisory Engineering Consultants	Legal Contractual Third parties	Information management Project control support Technical supervision support		Fuel Security Facilities	Maintenance Training Waste

2021 OPG decision

2024 national commitment

2028 Const-ruction license

Organization ready

2032 Unit #1 in operation

2034 Unit #2 in operation

2025 site selected

Full contract signed

Systems ready

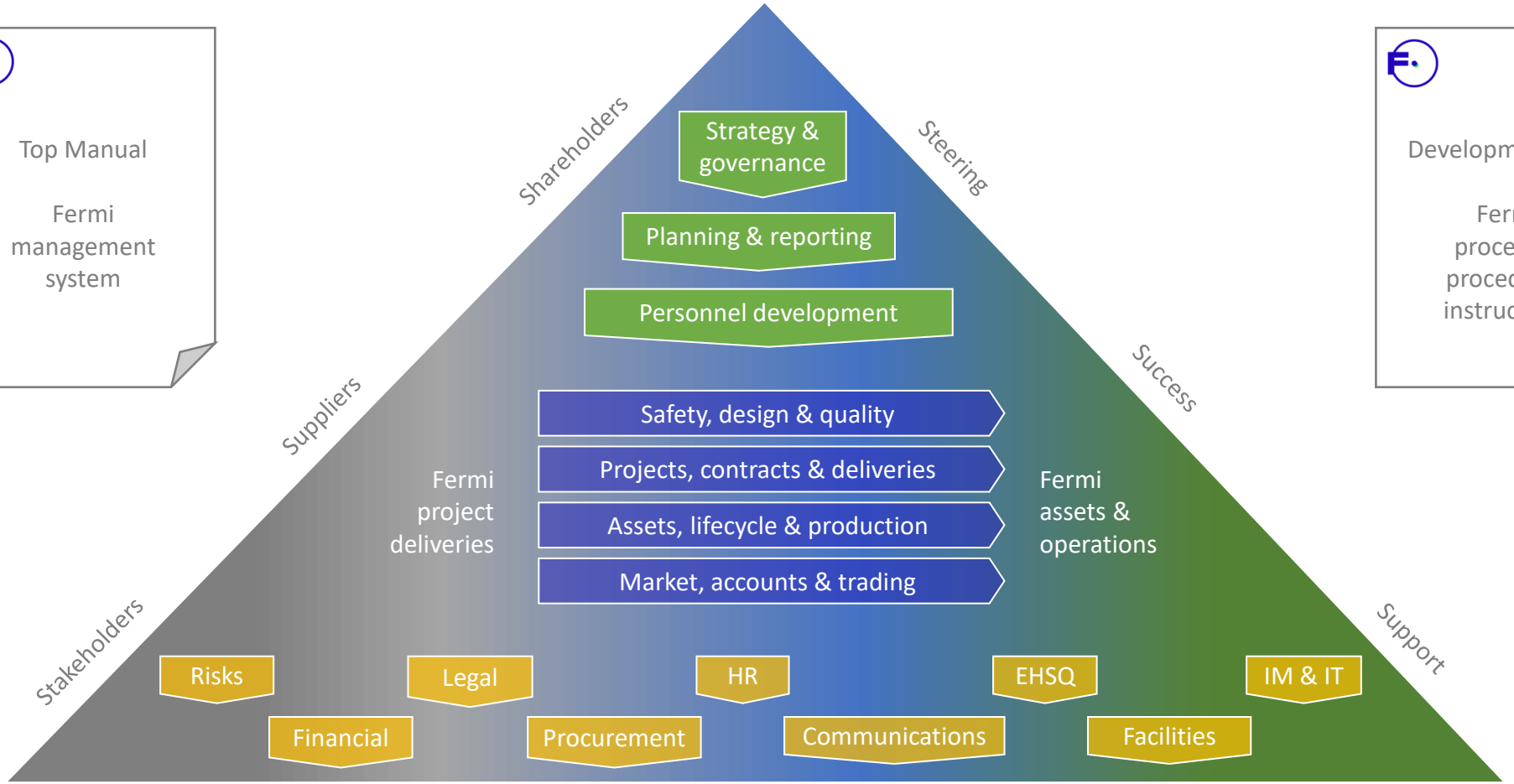
2031 Operating license#1

2033 Operating license #2

Kvaliteedi ja ohutuse tagamine on prioriteet

Top Manual

Fermi management system

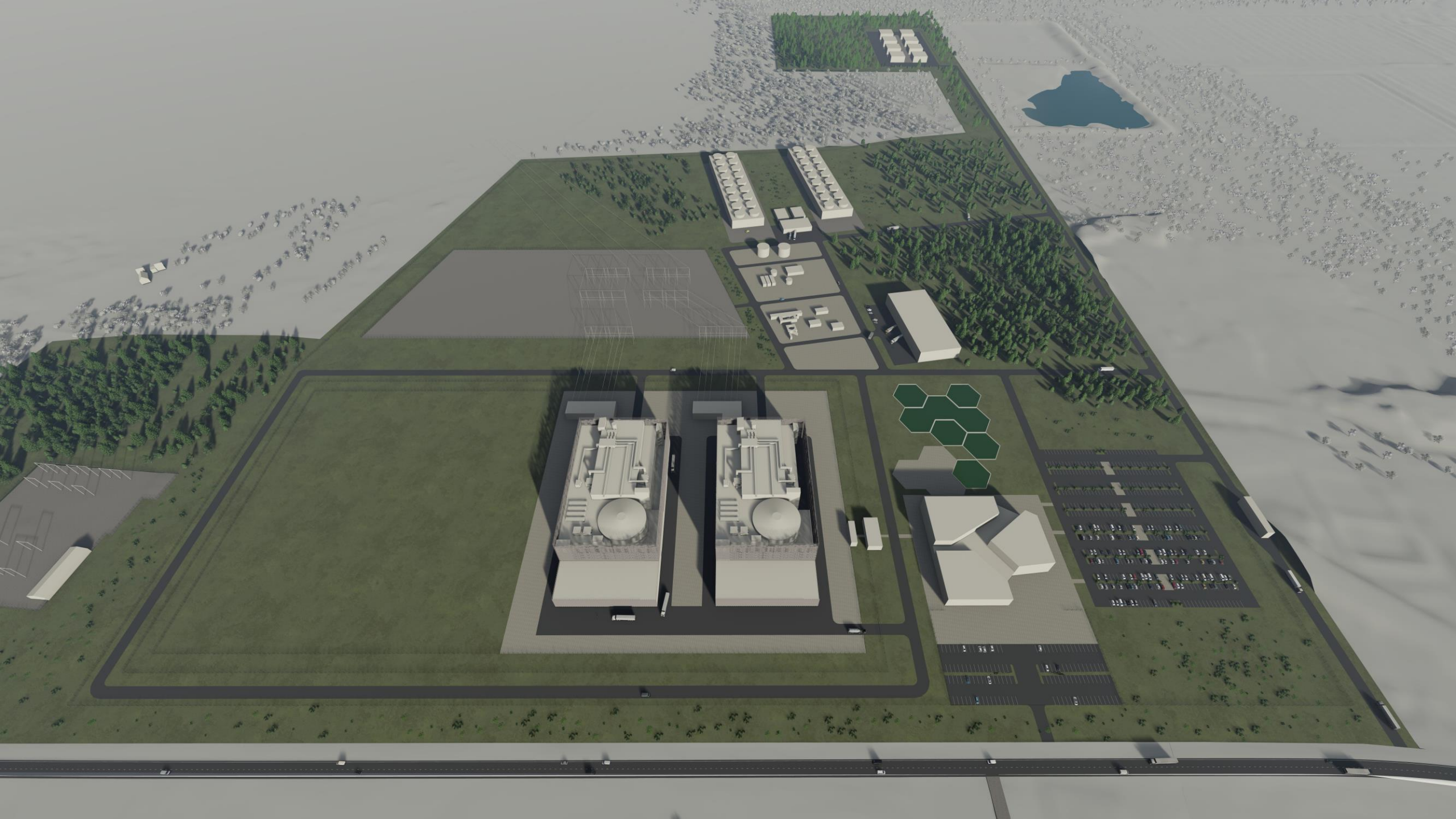


Development Plan

Fermi processes procedures instructions

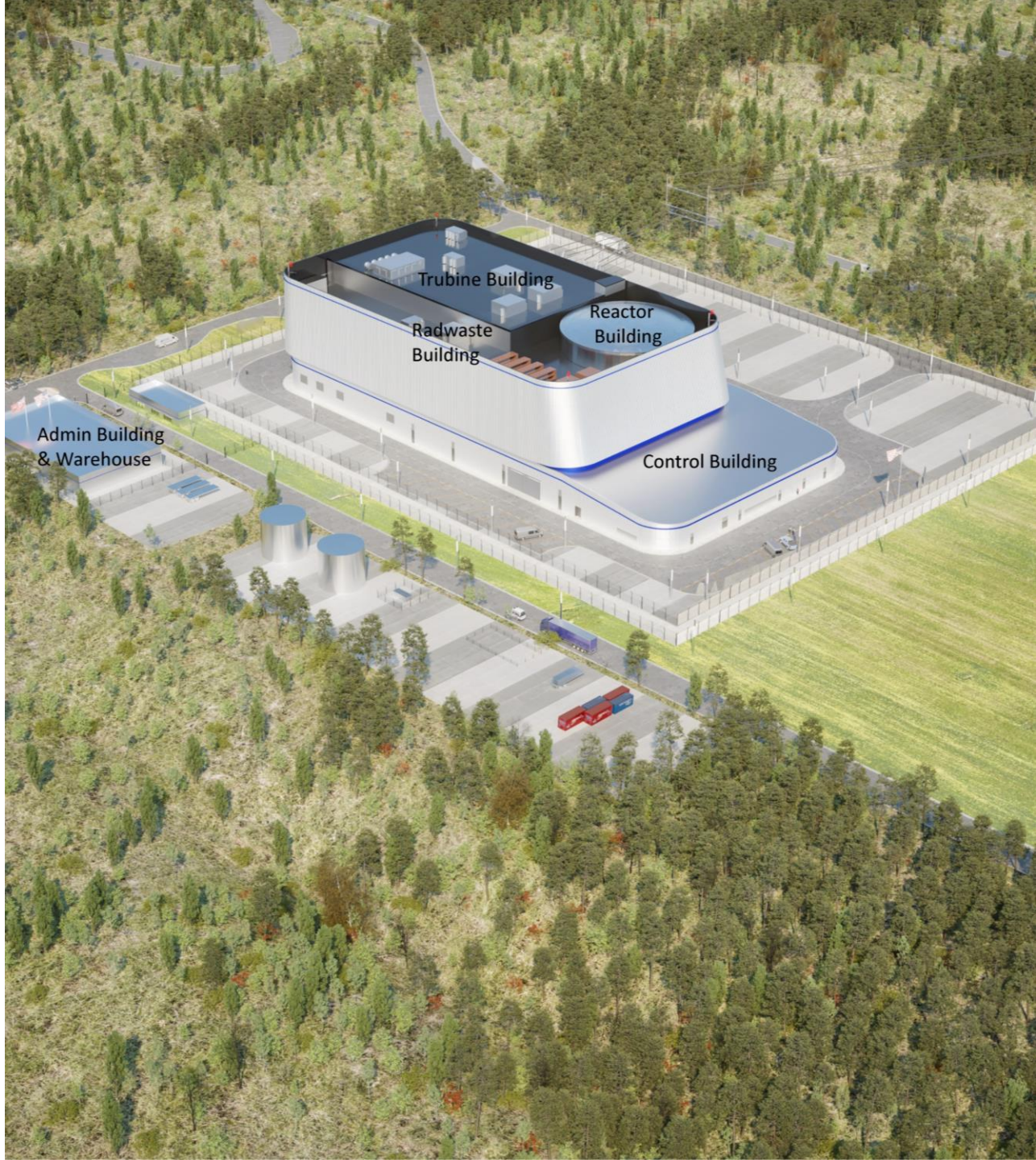
Järgmised sammud

rajamisprogrammi elluviimine



Järgmised sammud

- **Projekti arenduslepingu** (Early Works Agreement) **elluviimine**
  - Projekti konsortsiumi kokku panemine
  - Lepingu mudeli ja põhimõtete väljatöötamine
  - Ühise projekti ajakava väljatöötamine
  - Eelprojekteerimine, asukohapõhine disain ja täpne eelarvestamine
  - Litsenseerimine, esmane ohutushinnag (PSAR)
- **Riigi eriplaneeringuks ettevalmistused**
- **Eesti ettevõtete kaasamine**
- Jätkuvad **koolitusprogrammid** ja nende arendamine ning värbamine
- Mitmed erinevad ettevalmistavad **tööd, analüüsid ja plaanid**



Kokkuvõtteks

1. Sidusrühmad – kaasame aktiivselt, et ootused oleks selged
2. Projekti faasid – meie ajakava ja eesmärgid on defineeritud
3. Jaam – esmane ohutushinnang tehtud ja tehnoloogia valitud
4. Organisatsioon – värbamine ja koolitused kulgevad plaanipäraselt
5. Projektid – alustatud planeerimine tehnoloogia tarnijaga
6. Tootmine – tarbijad toetavad → vajavad kindlust ja stabiilset konkurentsivõimelist hinda
7. Riskid – jätkuvalt analüüsitud, prioritiseeritud ja juhitud

Palju tööd on tehtud, palju rohkem veel ees.
Liigume edasi targalt ja plaanipäraselt.

Meil on kindel plaan viia Eesti energeetika 21. sajandisse!


Albert Kopjev
ehitusinsener


Albert Rice
tuumainsener


Allan Vrager
soojustehnika insener


Andrei Goronovski
tuumainsener


Andres Ingerman
kommunikatsioonispetsialist


Anet Marii Paumets
tehniline koordinaator


Anu Koppel
tarneahela juht


Diana Revjako
juhatuse liige, planeering


Gerli Toomet
büroojuht


Helen Cook Ph.D.
tuumaõiguse partner


Henri Ormus
juhatuse liige


Ivar Kurvits Ph. D.
õigusnõunik


Kalev Kallemets Ph.D.
juhatuse esimees


Kalev Sädeme
kommunikatsiooni koordinaator


Kaspar Kööp Ph.D.
ohutusjuht


Liis Krigul
virumaa teavitusjuht


Marti Jeltsov Ph.D.
tehnoloogiajuht


Merja Pukari Ph.D.
kütusetsükli juht


Mihkel Loide
teavitusjuht


Peter Treialt
finantsjuht


Rainer Küngas Ph.D.
konsultant, vesiniku ekspert


Teet Nurmeoja
rajamisprogrammi juht


Urmas Voit
suurtarbijate kaasaja

NÕUKOGU


Sandor Liive
nõukogu esimees


Mait Müntel Ph.D.
nõukogu liige

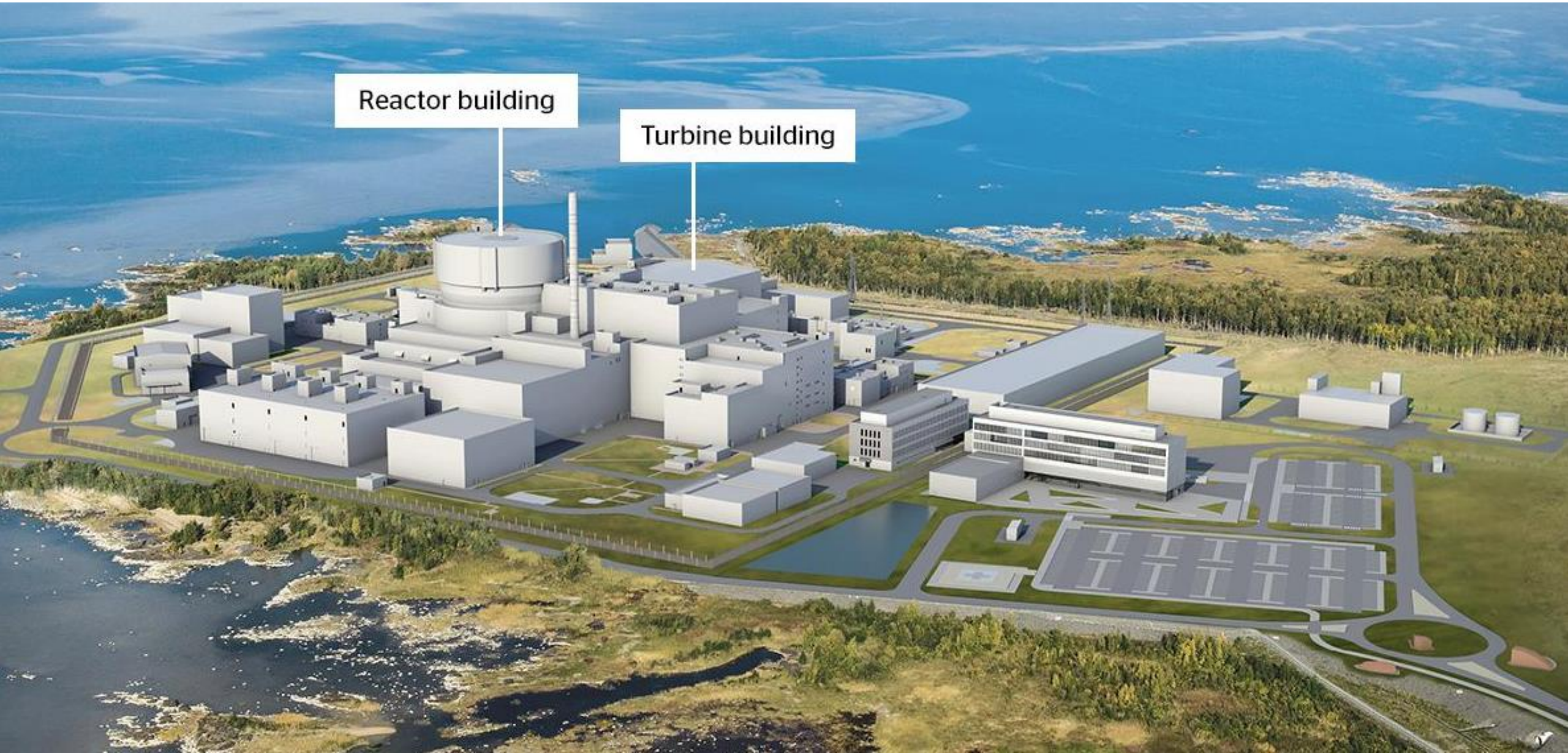

Ando Leppiman Ph.D.
nõukogu liige


Björn Linde
nõukogu liige (Vattenfall)


FERMI.

NÄIDE:
Fennovoima, Hanhikivi 1

Fennovoima Hanhikivi-1 tuumajaama arenduprojekt VVER 1200 MWe (3200 MWth)



NUCLEAR NEW-BUILD IN FINLAND

FENNOVOIMA

FENNOVOIMA

Fennovoima is a Finnish nuclear power company,
which produces climate friendly electricity to fill the needs of Finnish households and industry.

Owners:
- **66 %** Voimaosakeyhtiö SF
- **34 %** RAOS Voima

Size of the investment:
6.5–7 billion euros of which
1.8–2.7 billion euros domestic

We are part of the solution.

HANHIKIVI 1

FH1-nuclear power plant will be built
Pyhäjoki, Finland

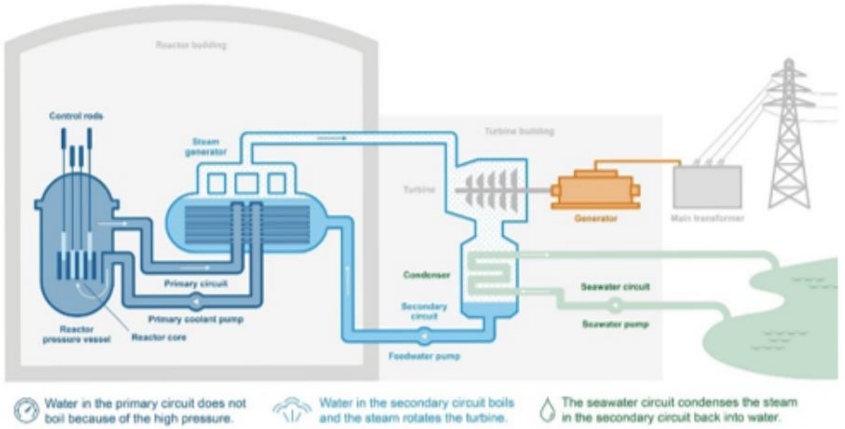
Capacity
1200 MW

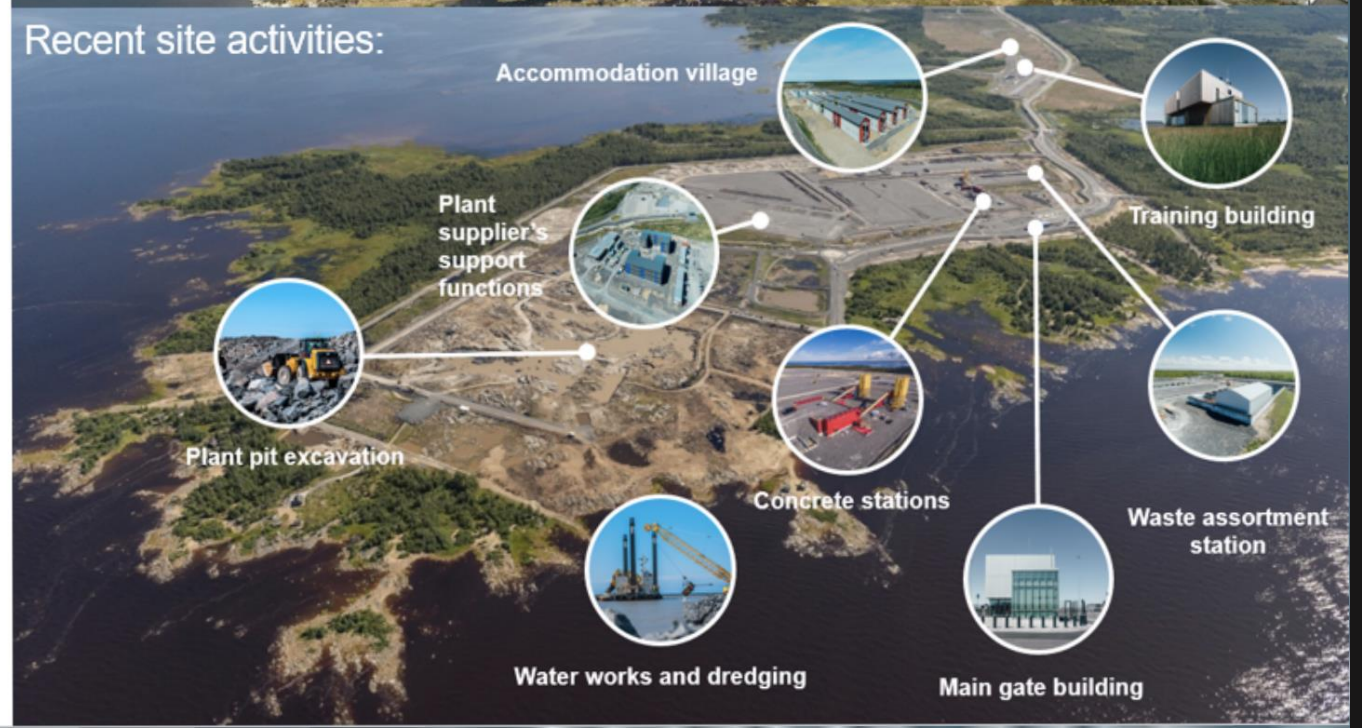
No greenhouse gas emission

Third generation pressurized water reactor
VVER-1200

Life time of the power plant: at least
60 years

fennovoima.com | fennonen.fi/en | #fennovoima

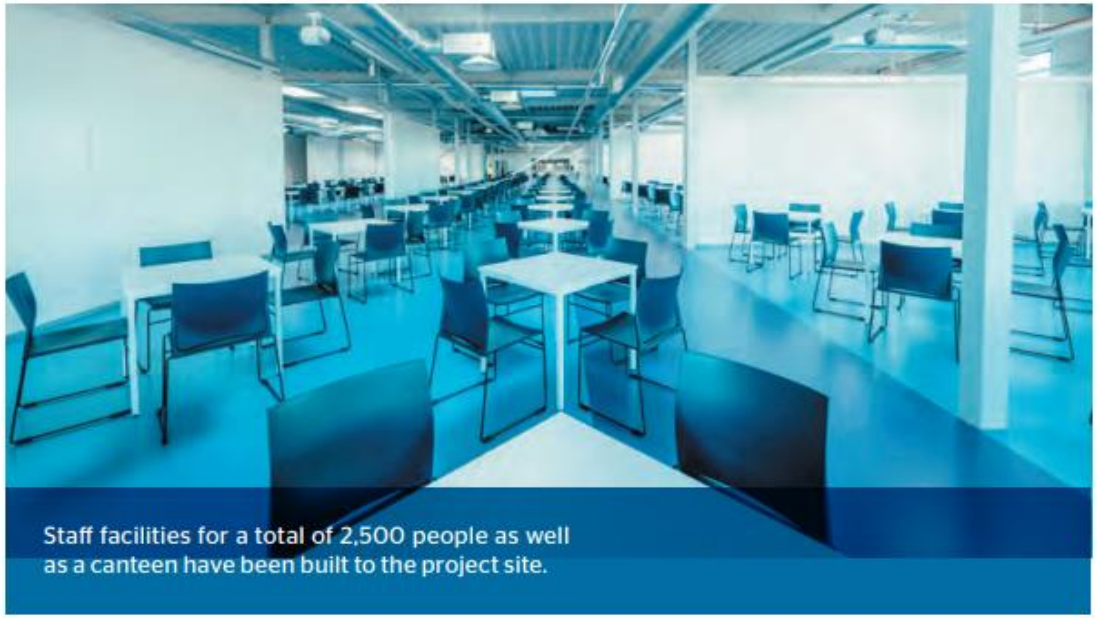




Preparatory construction work continued at the project site in Pyhäjoki

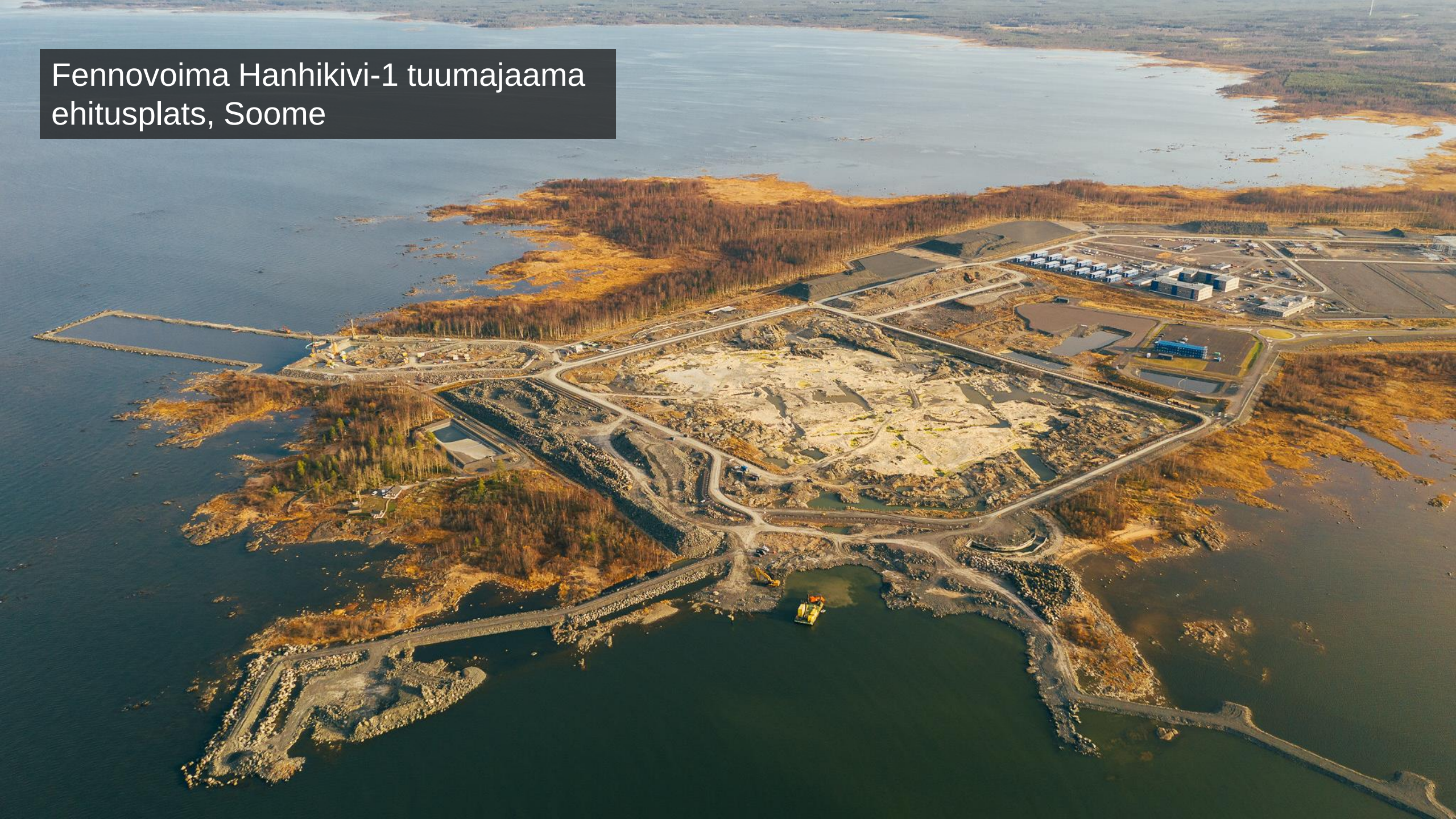
In the plant supplier's support functions area, construction work on the reinforcement workshop and the anticorrosion treatment workshop continued. In addition, the plant supplier began the construction of storage areas and workshops, which will be used for the storage of plant components.

In the sea area, the RAOS Project continued with the water construction work and dredging of the nuclear power plant's cooling water discharge channel, the cooling water intake structures, and the construction work of the harbor.



Staff facilities for a total of 2,500 people as well as a canteen have been built to the project site.

Lehto Group began the construction of Fennovoima's administration building in August 2020. The administration building is planned to be completed at the first half of 2022.


Fennovoima Hanhikivi-1 tuumajaama
ehitusplats, Soome