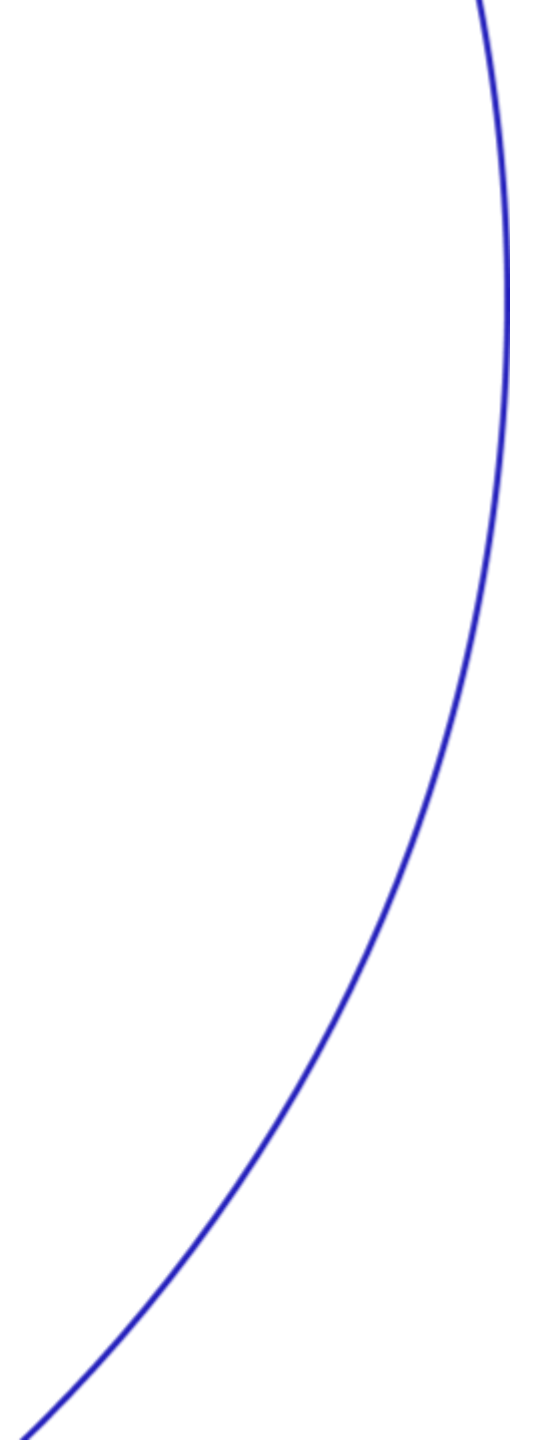


TUUMAENERGIA KINDEL, SOODNE, PUHAS



Henri Ormus, 13.2.2024

Kes ma olen?



Energeetika, MSc, TTÜ 2007



Tuumaenergeetika, MSc, KTH Rootsi 2009



Internship – SMR R&D, Westinghouse, USA 2010



Pöyry, tehniline konsultant, kvaliteedijuht 2010-2015



Fennovoima, Hanhikivi 1, Change Manager 2015-2021



Finnish Nuclear Society, Rahvusvaheliste asjade sekretär 2015-2022



European Nuclear Society, asepresident 2017-2021



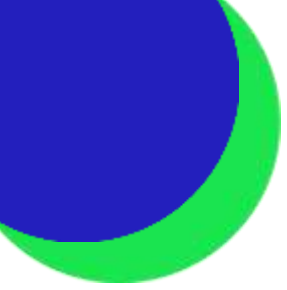
Teaduste Akadeemia, Energeetikakomisjon 2019->



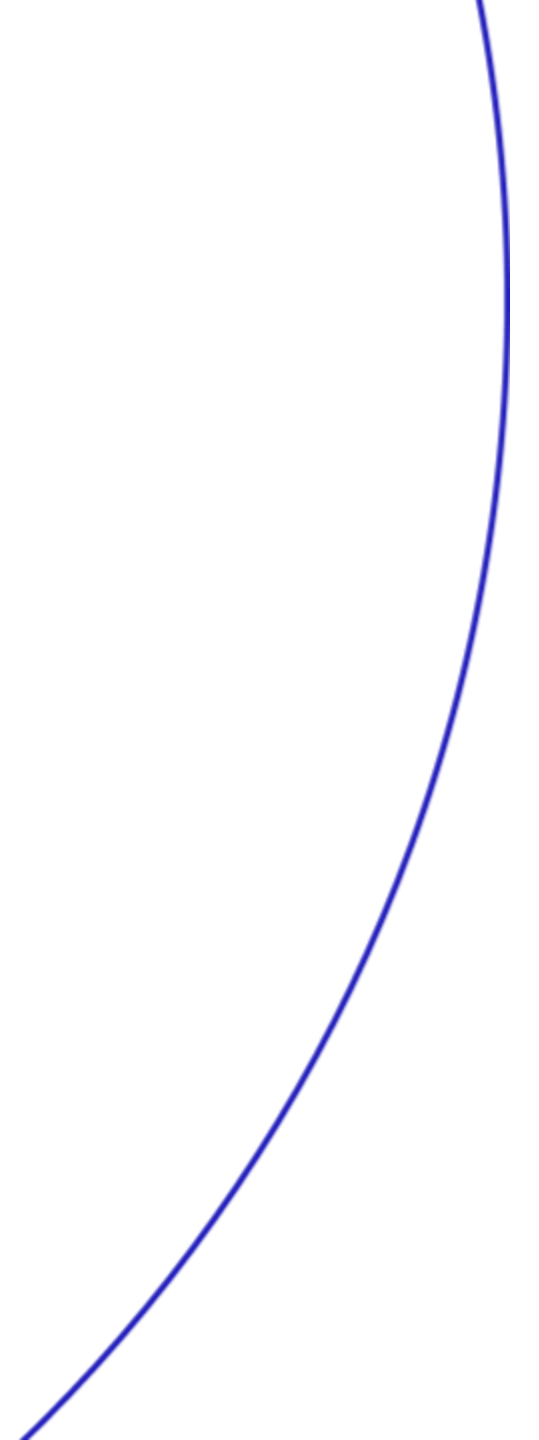
Fermi Energia kaasasutaja, juhatuse liige





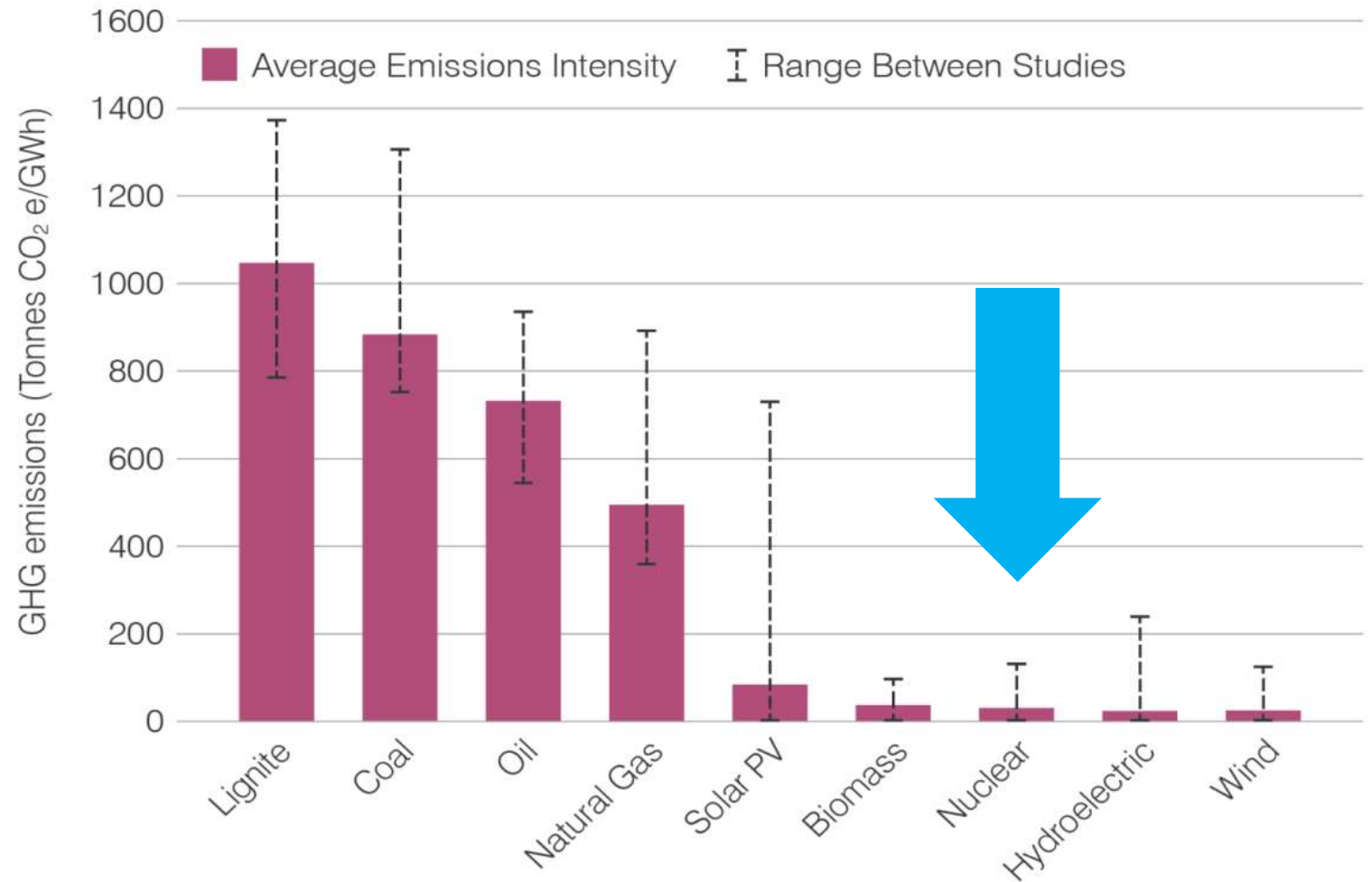


Miks tuumaenergia?



1. Tuumaenergia CO2 heitkogus toodetud kWh kohta üks madalaimaid

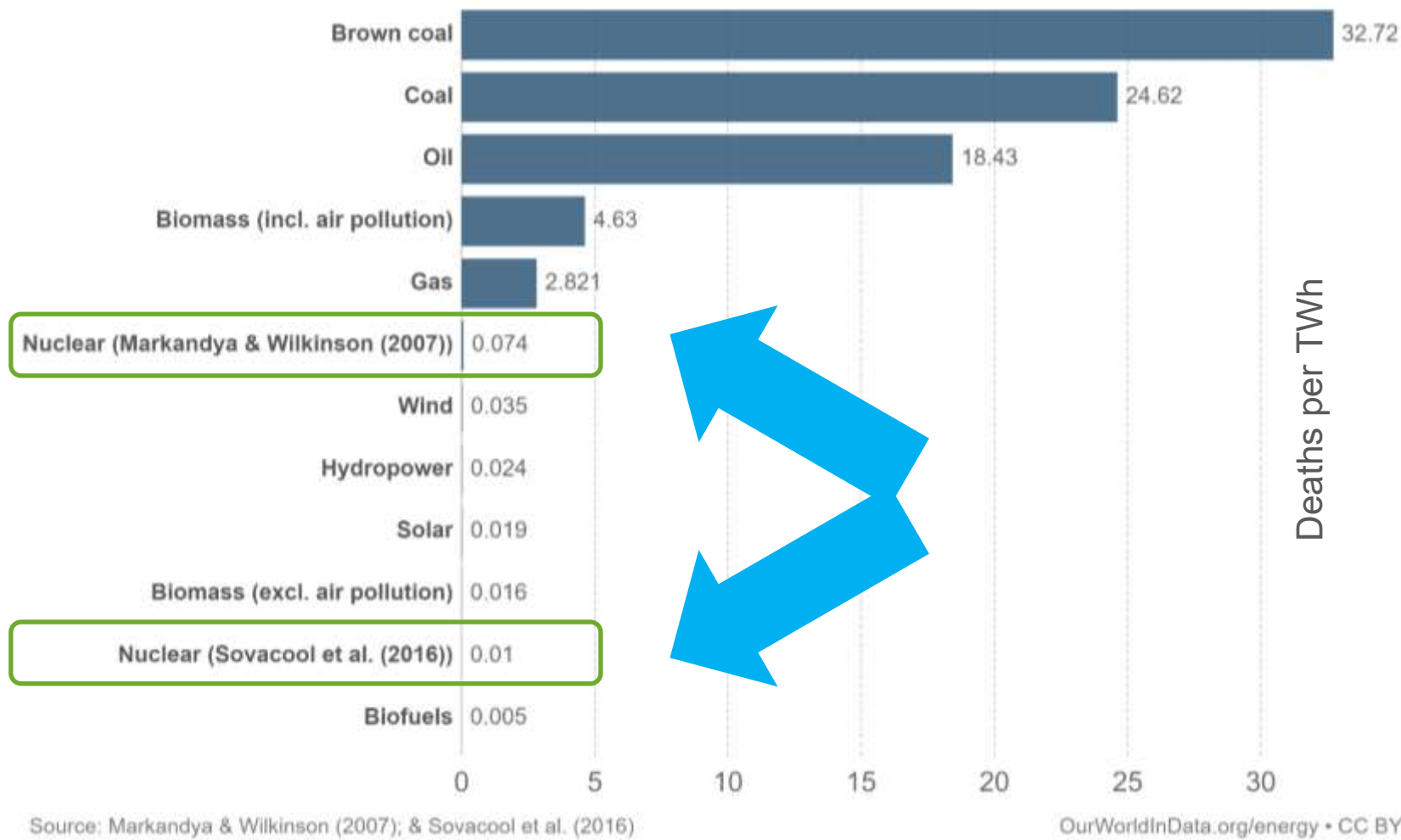
- See hõlmab kogu elutsükli heitkoguseid.
- Et saavutada kliimaeesmärke, elektri tootmine on vaja **dekarboniseerida** ja energia sektor on vaja **elektrifitseerida**.



Allikas: World Nuclear Association

2. Tuumaenergia on üks ohutumaid energia tootmise viise

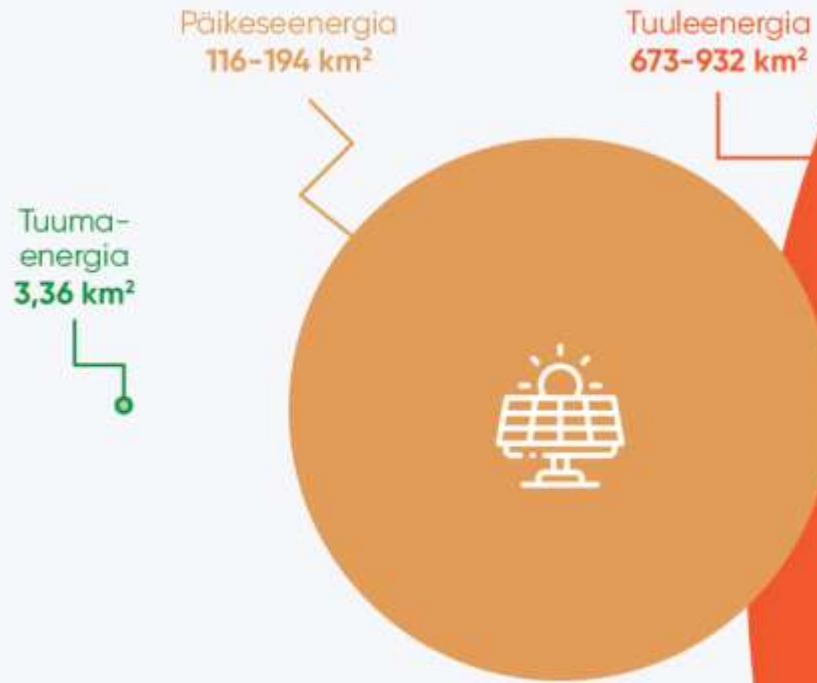
Surmade arv toodetud TWh energia kohta on üks väiksemaid.



Erinevate energiaallikate põhjustatud suremuse määr õhusaaste ja õnnetuste tagajärjel

3. Tuumaenergia maakasutus on väga väike

1 000 MWh tuumajaamast toodetud elektrienergia jaoks läheb vaja pindala:

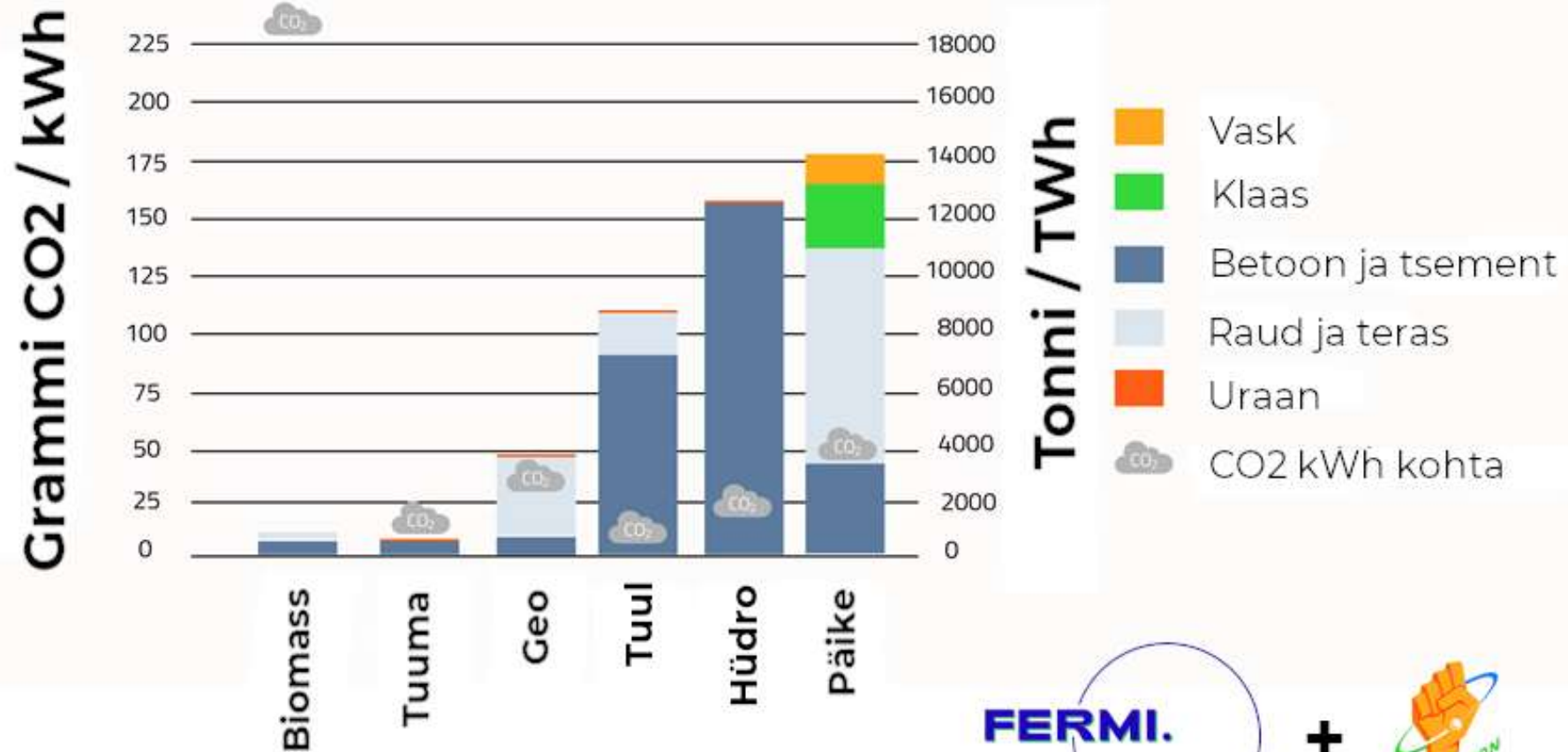


Energia tootmisel tuleb lisaks tootmisvõimsuse mahule (MW) hinnata ka seda, kui **suur on kasutustegur**, ehk kas tegu on pelgalt potentsiaaliga või reaalse tootmismahuga. **Tuumajaamade kasutustegur**, ehk aeg, mil reaktor töötab, on umbes **90%**. Et **tuule- või päikese**park heitlikes ilmastikutingimustes sama palju elektrit suudaks toota, tuleb paigaldada rohkem tuulikuid ja paneele, mis võtavad ruumi. Tuuleparkide kasutustegur on ca **32-47%** ning päikeseparkidel **17-28%**.

4. Tuumaenergia ressursikasutus on väga väike

Materjalide kasutus ja elukaare CO2 heide energiaühiku kohta

Allikas: US DOE QTR 2015, WNA, IPCC2014

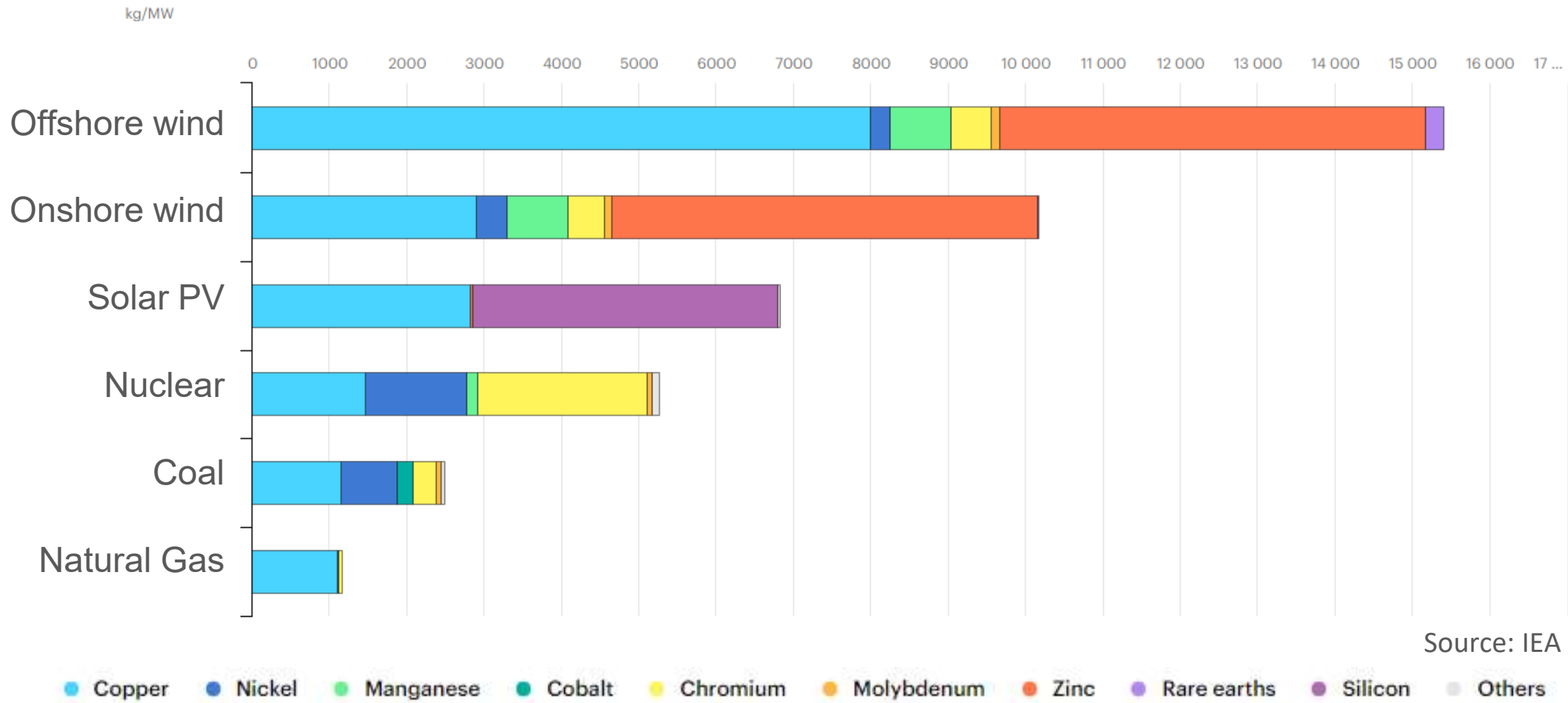


FERMI.

+



4. Tuumaenergia ressursikasutus on väga väike



Puhta energia tehnoloogiates kasutatavad mineraalid võrreldes teiste elektritootmisviisidega.

5. Tuumaenergia on jätkusuutlik

- EL Teadusuuringute Ühiskeskus (Joint Research Centre – JRC) hindas tuumaenergia tootmise kogutsükli mõjusid nii kliimaeesmärkide kui keskkonnamõjude osas, pöörates seal hulgas erilist tähelepanu tuumajäätmetele.
- JRC [raporti](#) järeldus: **tuumaenergia tootmine ei kahjusta inimeste tervist ega keskkonda rohkem kui ükski teine jätkusuutlik energiatootmise tehnoloogia** ehk tuumaenergia vastab roheenergia tingimustele, on jätkusuutlik ning sobib EL taksonoomiasse

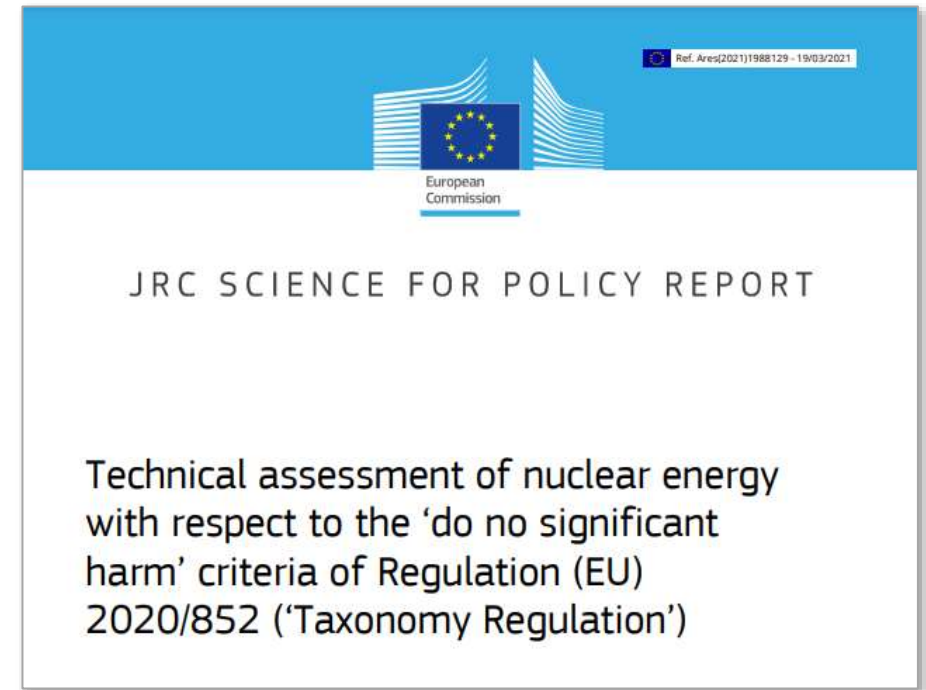
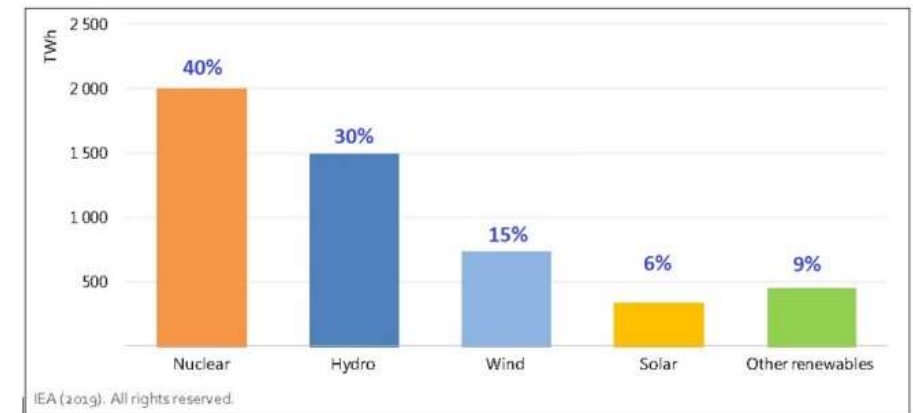
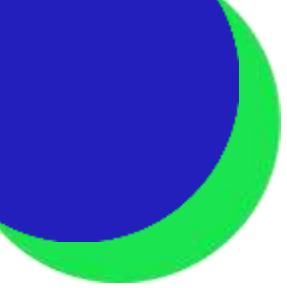
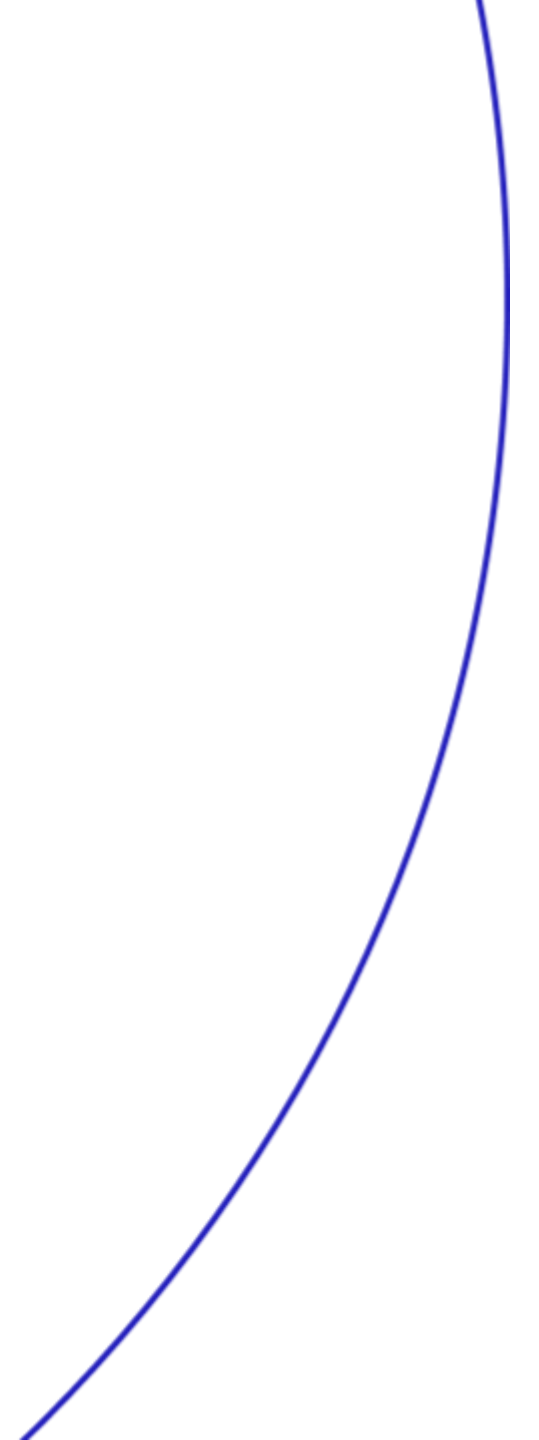


Figure 3.2-2. Low carbon electricity generation in advanced¹⁹ economies by source in 2018





Miks me seda teeme?

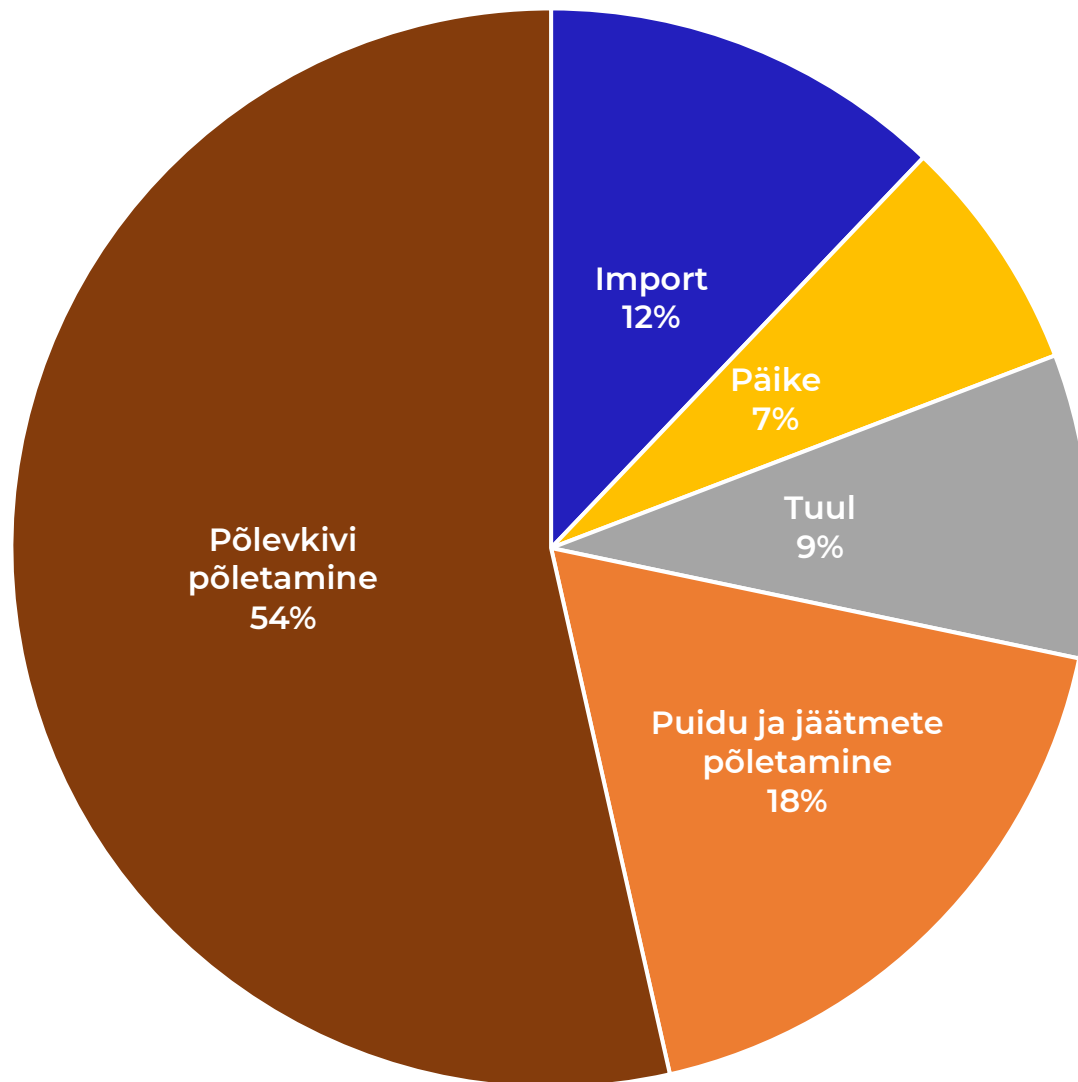


Eesti elektriportfell 2022

2022 näitas kui oluline on varustuskindluse tagamisel kindla kodumaise võimsuse olemasolu.

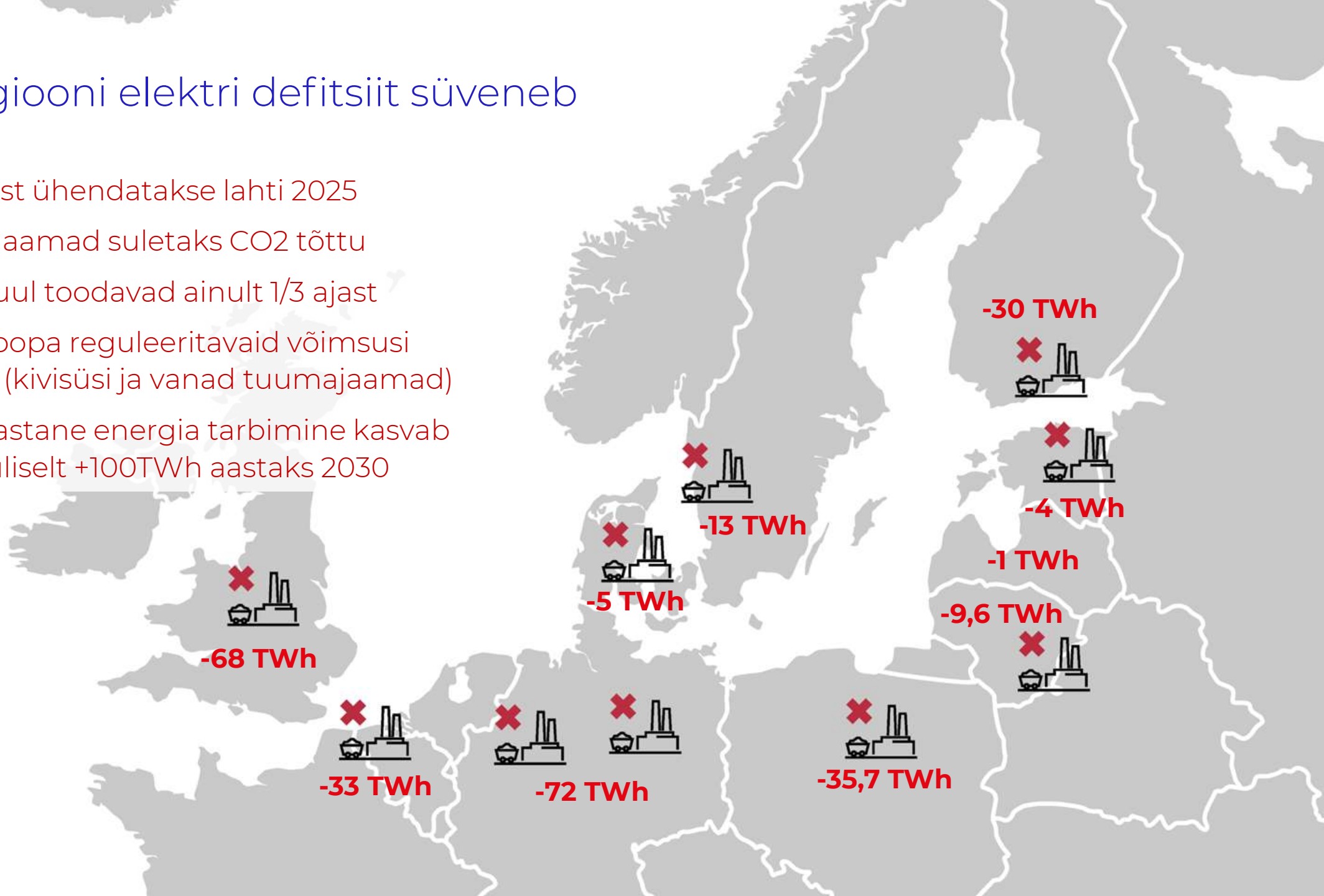
Kuniks puhtamaid alternatiive pole, on selleks meie põlevkivi.

Aga see ei ole odav, 2022 hinnad olid kõrged.



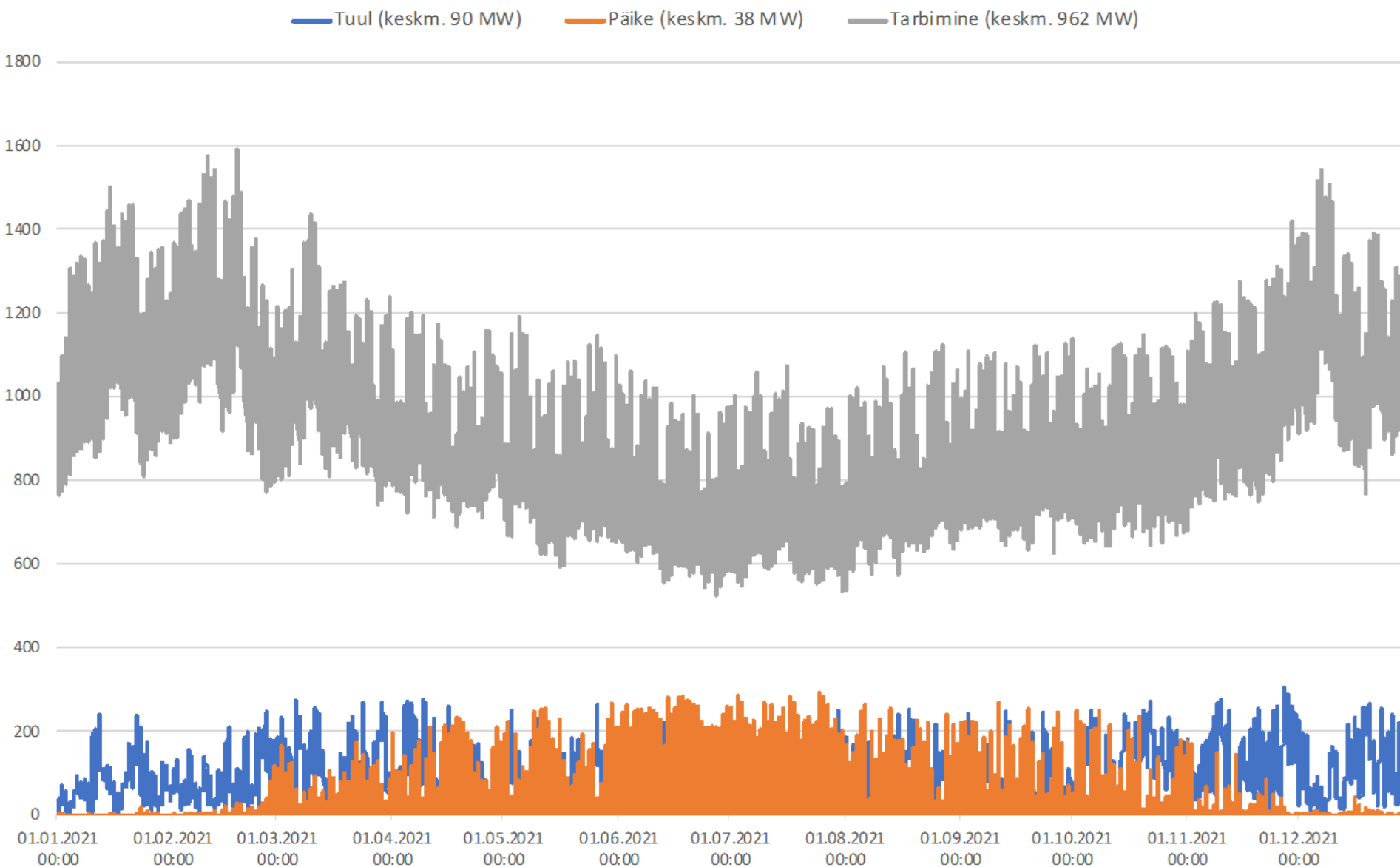
Eesti ja regiooni elektri defitsiit süveneb

- Venemaast ühendatakse lahti 2025
- Põlevkivi jaamad suletakse CO2 tõttu
- Päike ja tuul toodavad ainult 1/3 ajast
- Palju Euroopa reguleeritavaid võimsusi suletakse (kivisüsi ja vanad tuumajaamad)
- Põhjala aastane energia tarbimine kasvab hinnanguliselt +100TWh aastaks 2030



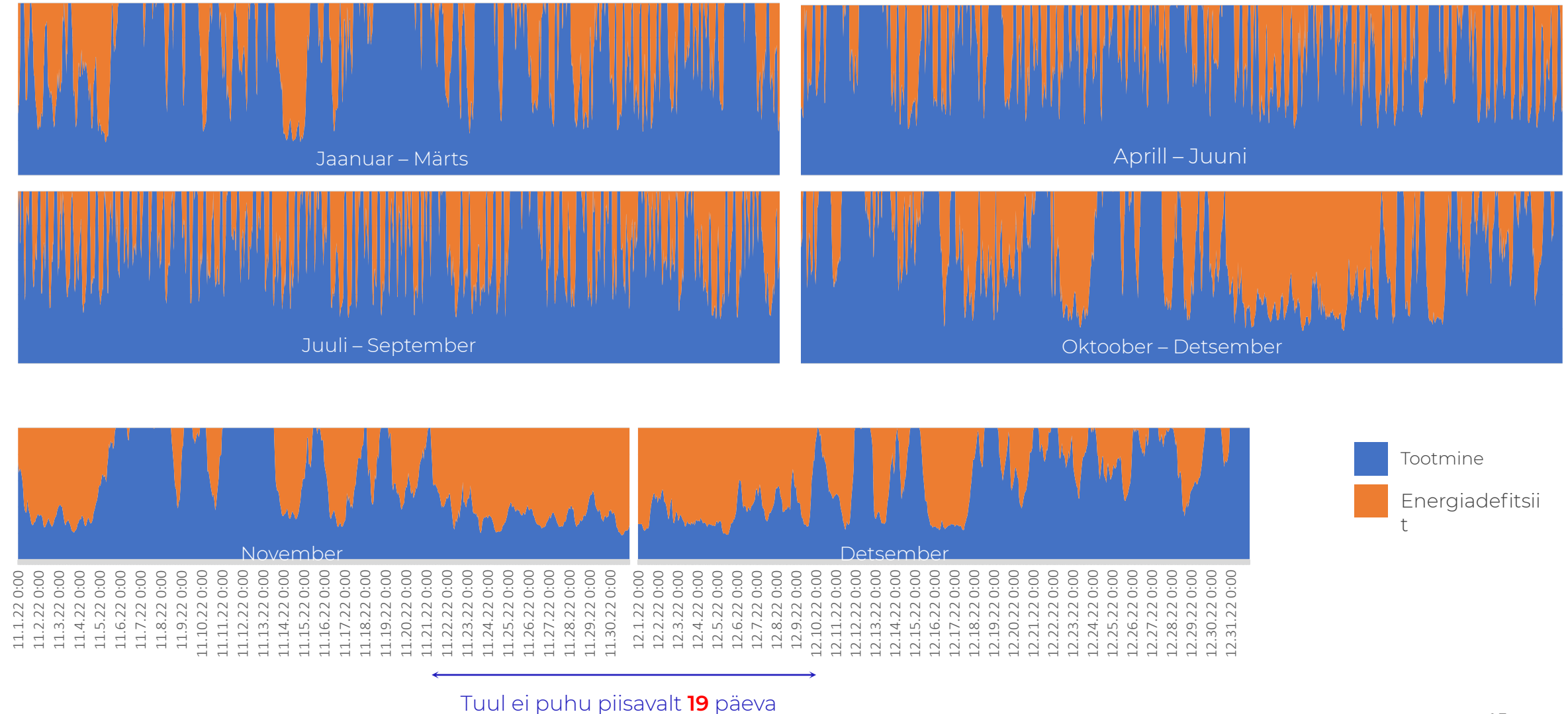
Ainult päikesest ja tuulest ei piisa

Tarbimine ja taastuvenergia Eestis 2021



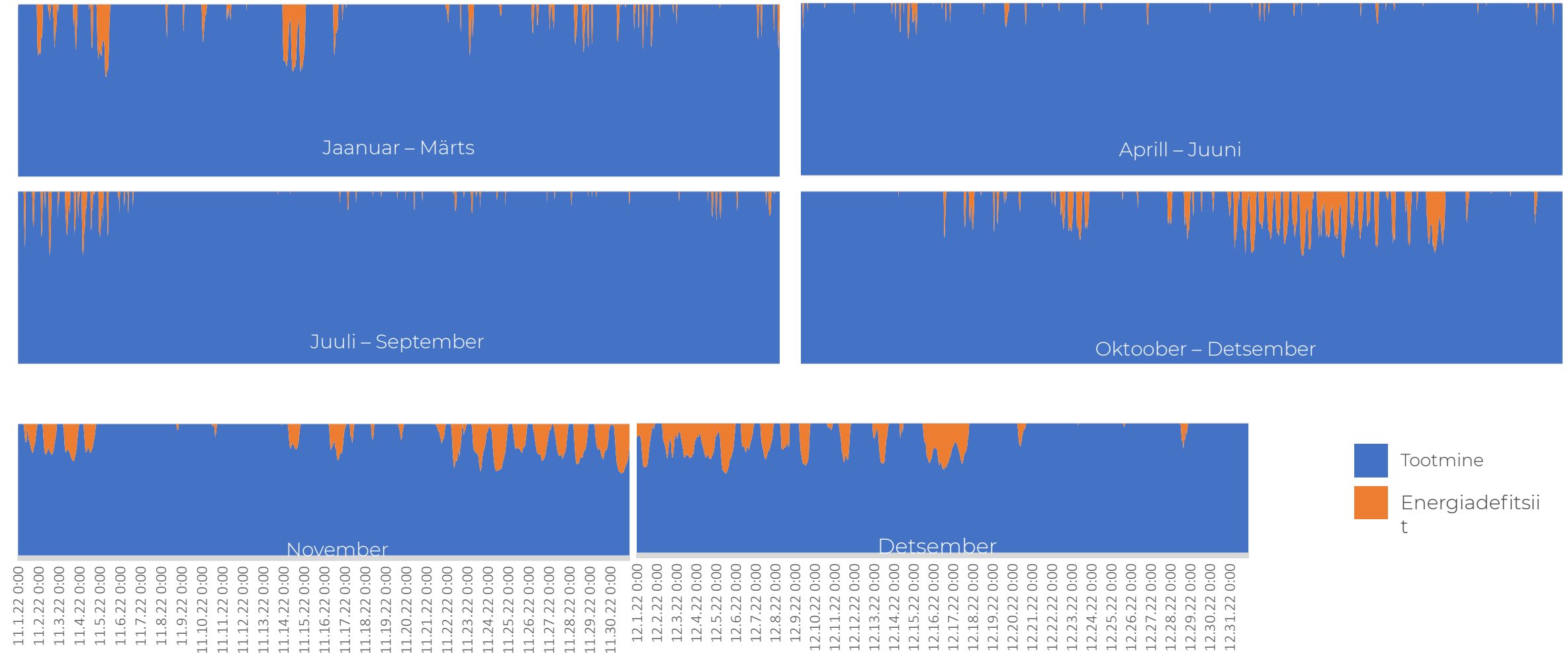
2022 a. Eesti elektritarbimise kattuvus | tunnipõhine

Modelleerimine: **tuulenergia X6**, **päikeseenergia X2** ja **biomass 200MW**

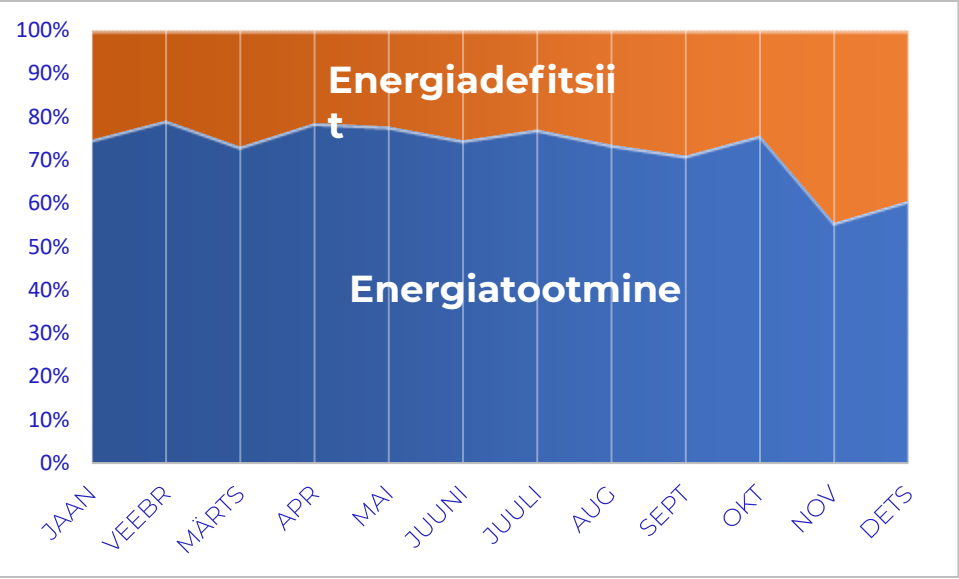


2022 a. Eesti elektritarbimise kattuvus | tunnipõhine

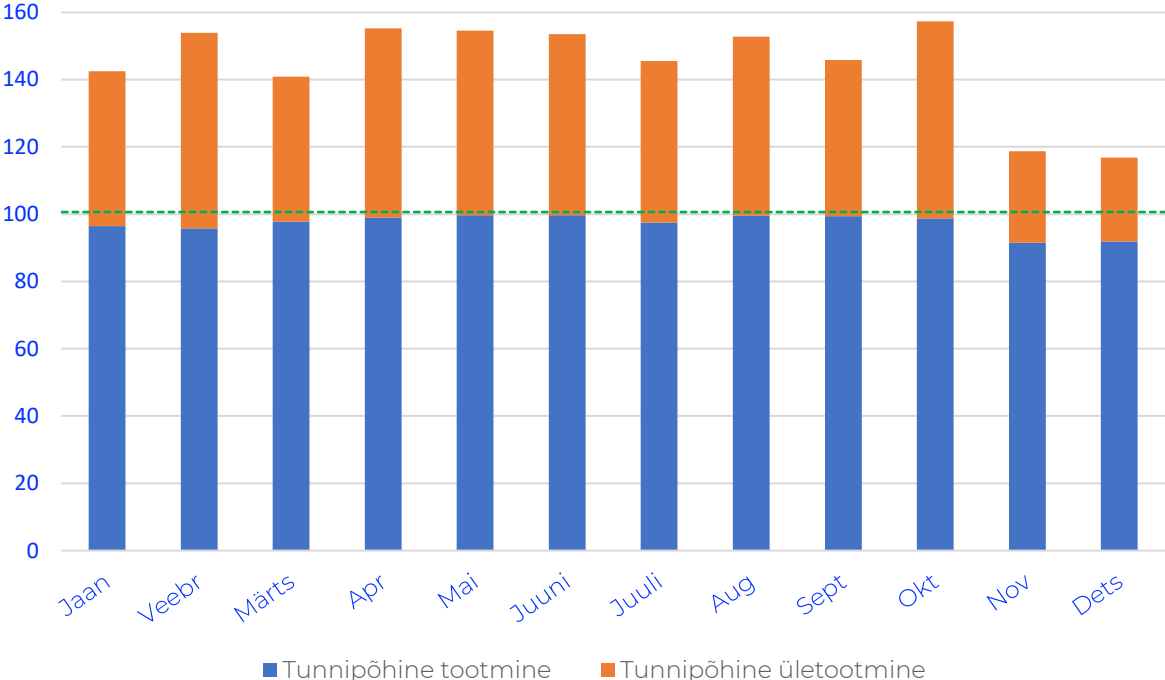
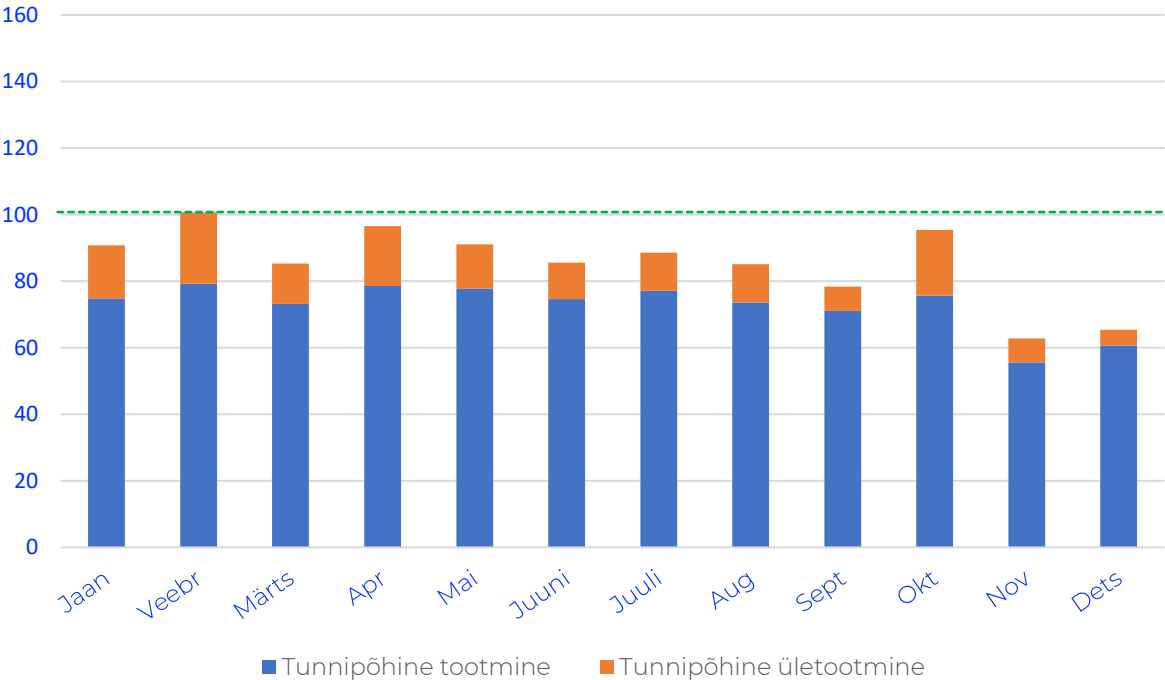
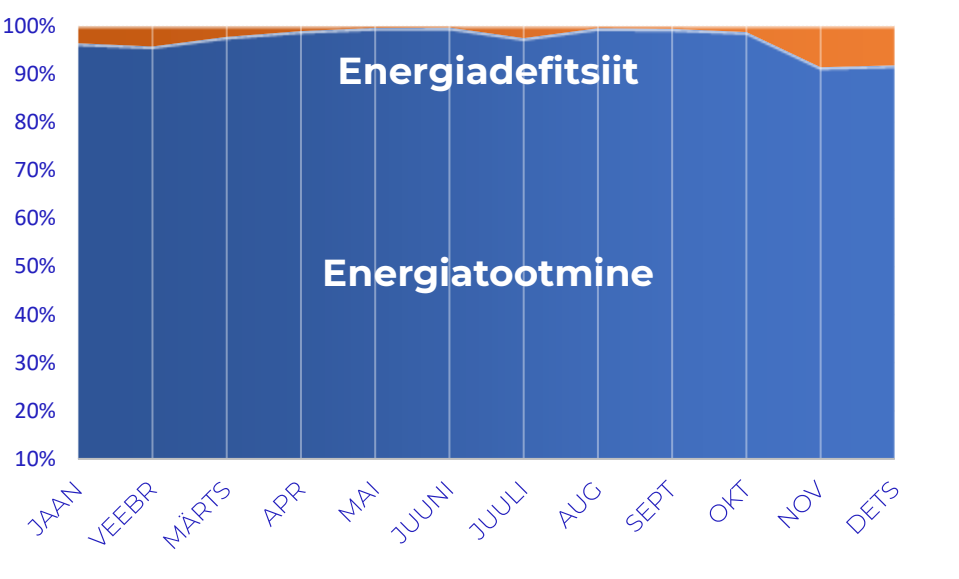
Modelleerimine: **tuulenergia X6**, **päikeseenergia X2**, **biomass 200MW** ja **2 reaktorit**



Tuulenergia **X6**, päikeseenergia **X2** ja biomass 200MW

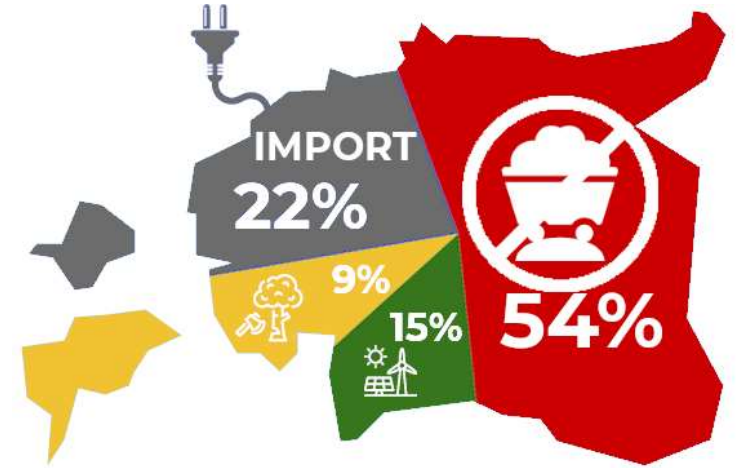


Tuulenergia **X6**, päikeseenergia **X2**, biomass 200MW ja 2 reaktorit



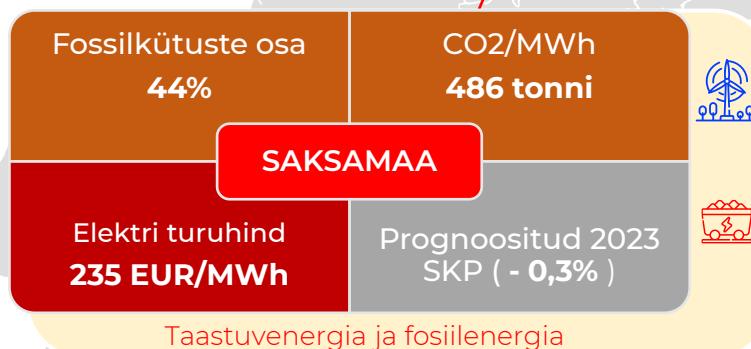
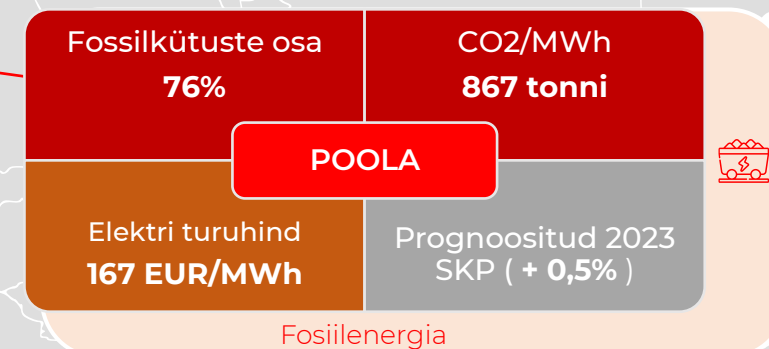
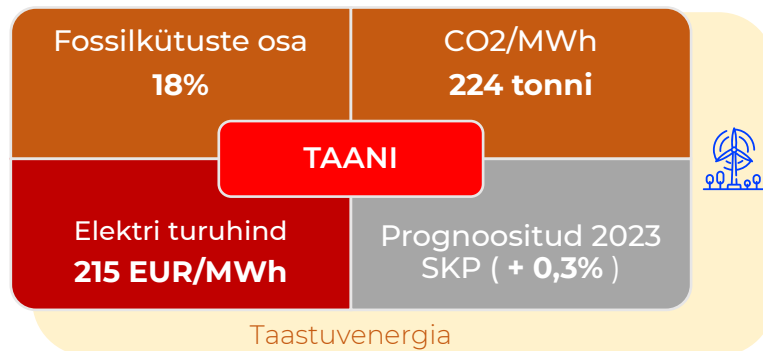
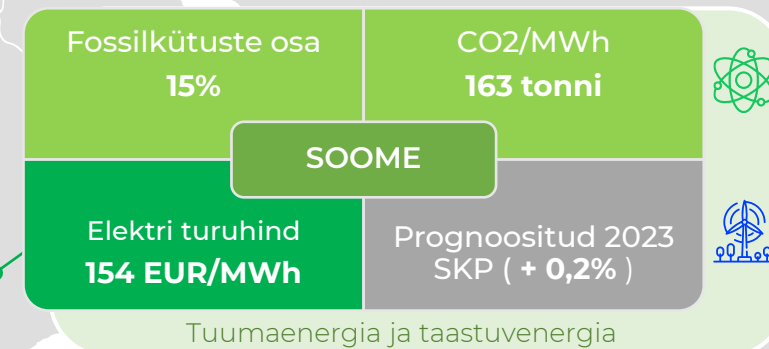
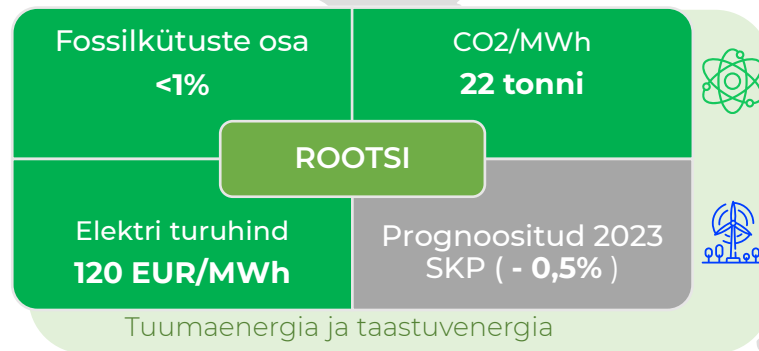
Millise tee valime Eesti energeetikale?

- **Import?** – Ei ole majanduslikult kasulik, ega sõltumatu
- **Gaas?** – Ei taga energiajulgeolekut, põletamine CO2 mahukas.
- **Biomass?** – Meile ei meeldi metsade põletamine. Põletamine on CO2 mahukas.
- **Taastuvad?** – Hüdrot ei ole. Päike/tuul vahelduvad ja pole siis kui vaja (talvel), suur lisakulu kogu süsteemile (maakasutus + võrguarenduse + salvestamise vajadus). Salvestamine võimalik vaid päevaste tippude katmiseks.



Vaja on jätkusuutlikku lahendust: dekarboniseerimist, elektrifitseerimist – stabiilset, reguleeritavat ja mõistliku hinnaga tootmist - tuumaenergiat!

Kes on 2022 a. võitjad ja kaotajad?



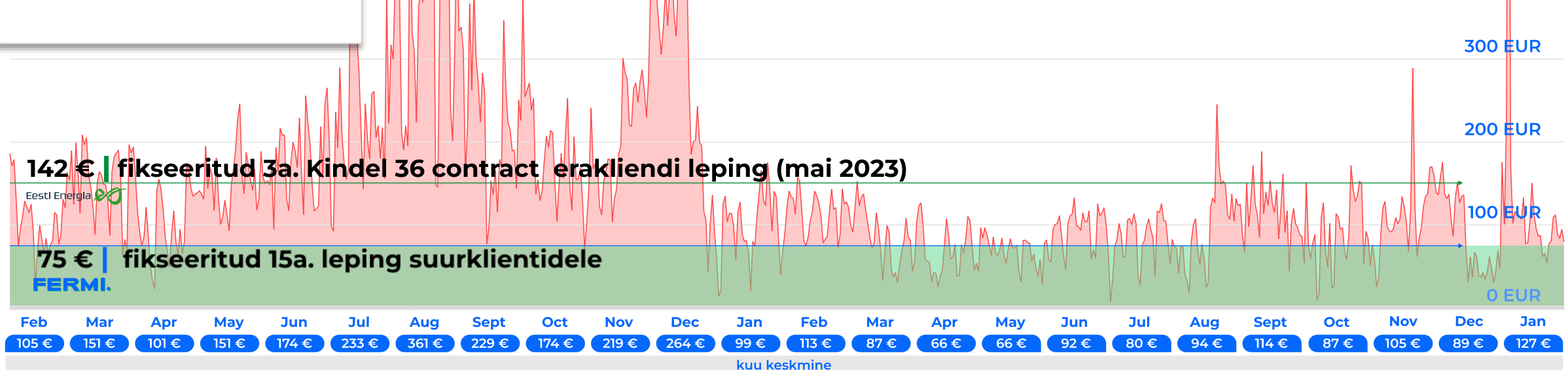
Elektri päevapõhine turuhind EUR/MWh

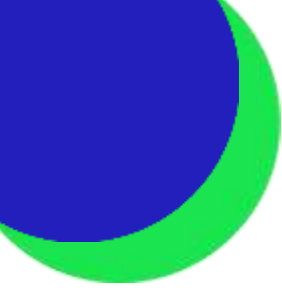
2022 - 2024

Allikas: Nordpool

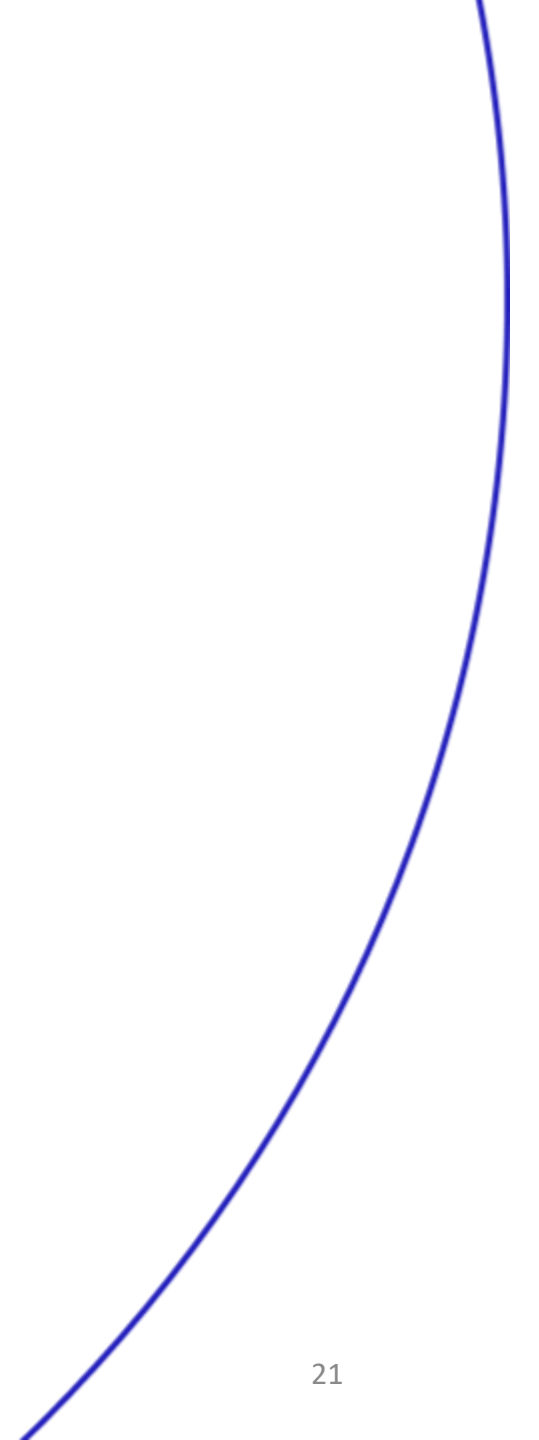
Fermi Energia eesmärk sõlmida alates **65€/MWh fikseeritud hinnaga 15a elektrimüügi-lepingud** (PPA) 3TWh mahus (lepingud 2029).

Ettevõtte, asutused ja eratarbijad **vajavad** energia hinna **prognoositavust**, et eelarvestada.

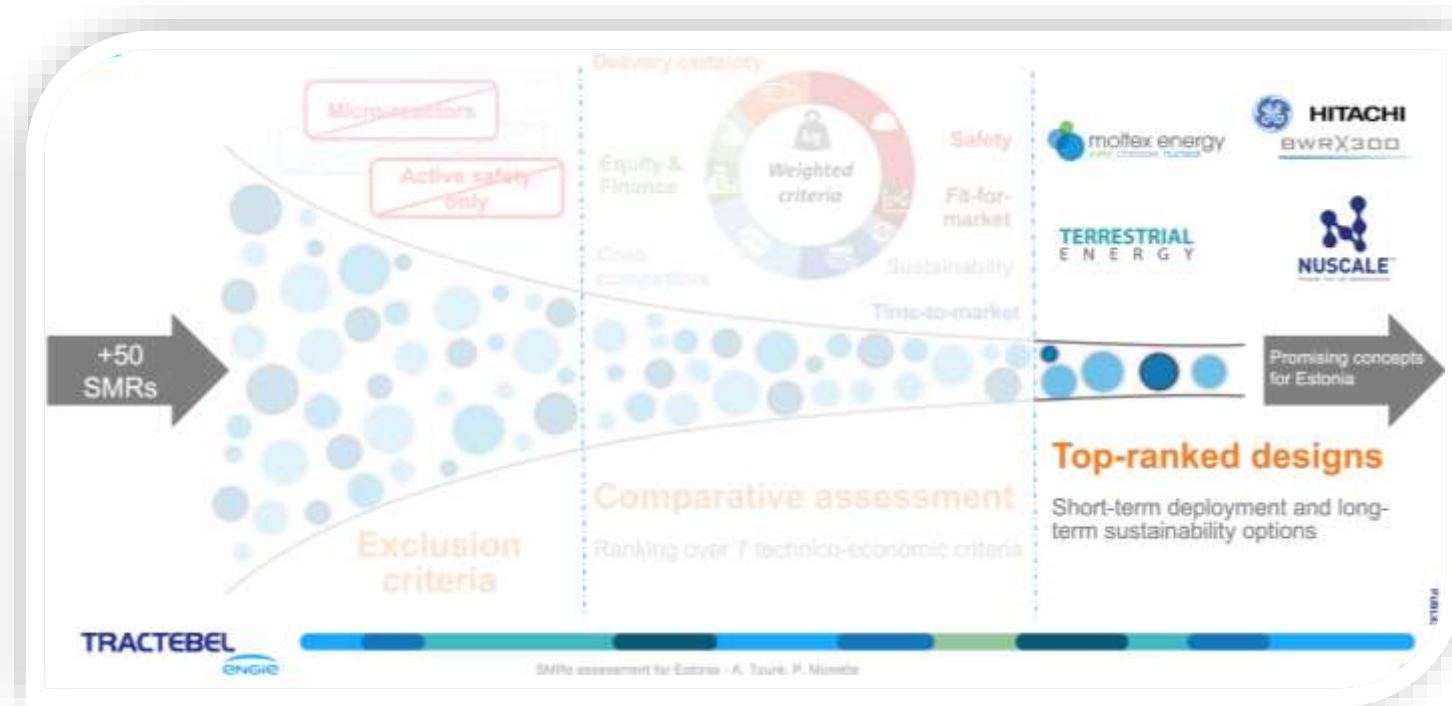




Tehnoloogia valik: GE Hitachi BWRX-300 SMR



Oleme tehnoloogiaid pikalt uurinud



HITACHI



SMR



Elektrijaama reaktoritehnoloogia valik

Tuntud tehnoloogia: keevaveereaktor (BWR)

- Levinud reaktoritehnoloogia (USA, Jaapan; 7 reaktorit Soomes, Rootsis, Šveitsis)
- Esimene käivitati 1957 USAs

Kogenud ettevõtte: General Electric Hitachi

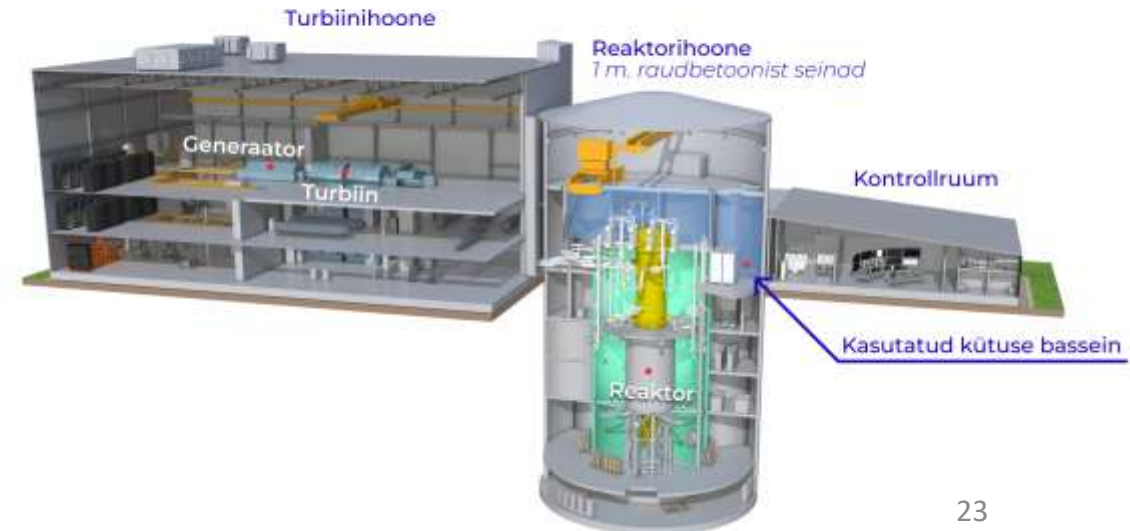
- 70a arendus-, ehitus- ja käidukogemust
- Kliendid Kanadas, USAs, Poolas

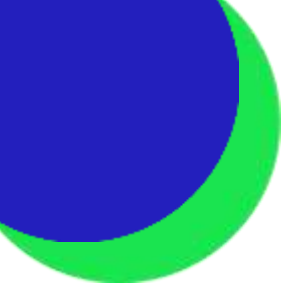
Lihtne ja kaasaegne lahendus: BWRX-300

- Passiivne töörežiim ja ohutus, põhineb sertifitseeritud tehnoloogial ESBWR
- Komponentide ja kütuse tarneahel on olemas
- Kanadas ehituses, valmib 2028



GE-Hitachi BWRX-300





Sotsiaalmajanduslikud mõjud



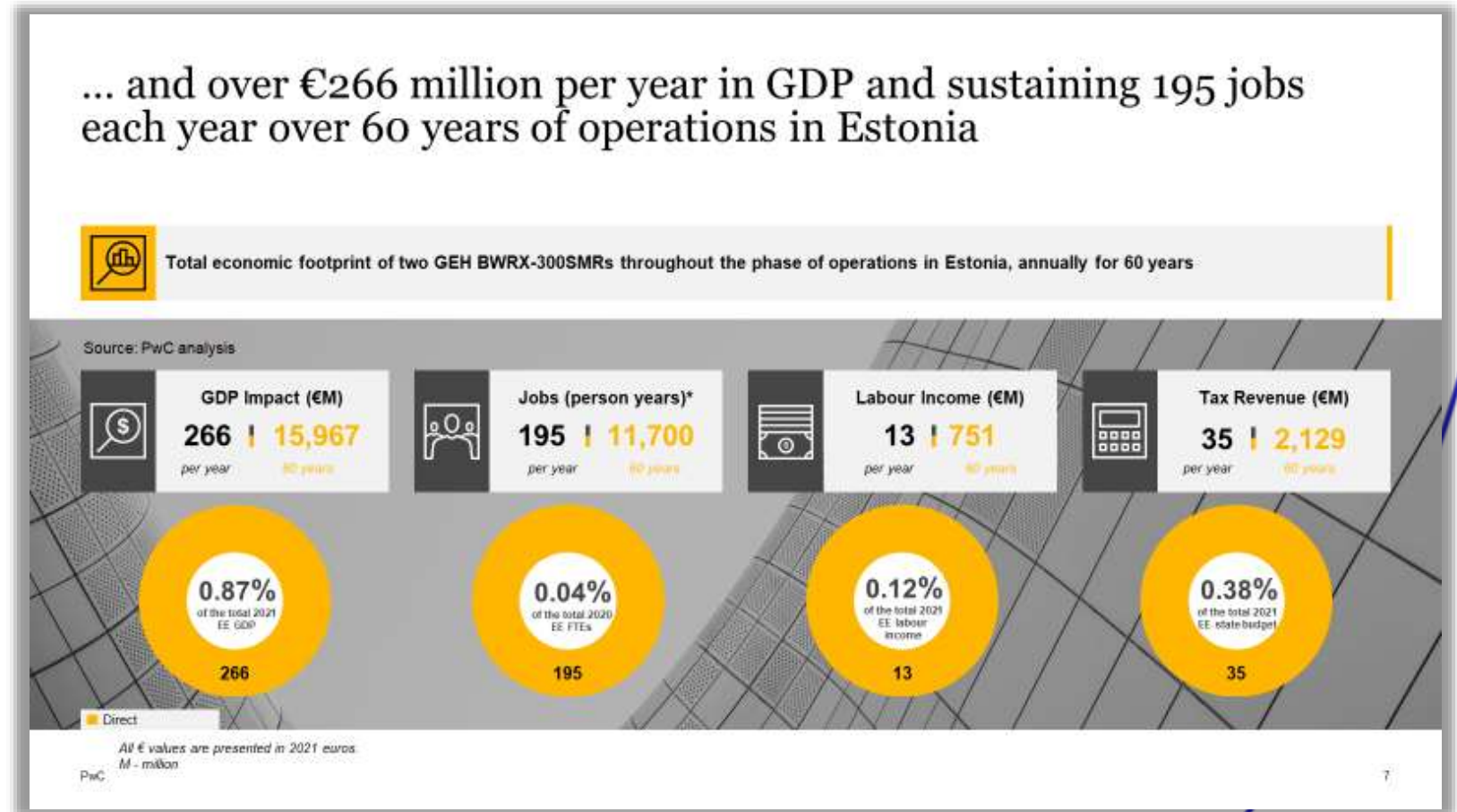
Projekti arendus- ja ehitusfaasis:

- Fermi Energia kulutab hinnanguliselt **2 miljardit eurot**
- Loob Eesti majandusele lisandväärtust **253 miljonit eurot (SKP)**
- Loob keskmiselt **619 töökohta** aastas
- Tööjõumakse **289 miljonit eurot**
- Maksutulu **42 miljonit eurot**



Jaama opereerimisfaasis (60 aastat):

- Fermi Energia loob Eesti majandusele lisandväärtust **266 miljonit eurot** aastas (SKP)
- Loob keskmiselt **195 töökohta** aastas
- Tööjõumakse **13 miljonit eurot** aastas
- Maksutulu **35 miljonit eurot** aastas



Jaama asukohavald saab:

⚡ Fikseeritud hinnaga elekter (proгноositult ca 65 eurot MWh).

⋈ Soodsa hinnaga kesskütte võimalus asulatele (proгноositult ca 30 eurot MWh).

Investeeringud vallas ca 15 miljonit eurot:

🌳 Otseinvesteeringud ca 5 miljonit.

🏠 Elamupindade arenduseks ca 5 miljonit.

🏢 Jaama külastuskeskus ca 5 miljonit.

🤝 Talumistasu ca 750 000 eurot aastas (vastavalt keskkonnatasude seadusele sarnaselt tuulikutele kehtiva talumistasuga).

📈 Töötajate tulumaks ca 800 000 eurot aastas.

🏠 Piirkonda lisandub ca 200 inimest keskmise palgaga ca 3500 eurot (ca 85% jaama töötajatest kutseharidusega).

👤 Kaudsed töökohad: ehitusperioodil 110 ja opereerimisperioodil 63.



Rootsi näide: Tuumajaama sotsiaalmajanduslik mõju Rootsis

Populatsioon tuumajaama valdades kasvas oluliselt võrreldes teiste valdadega

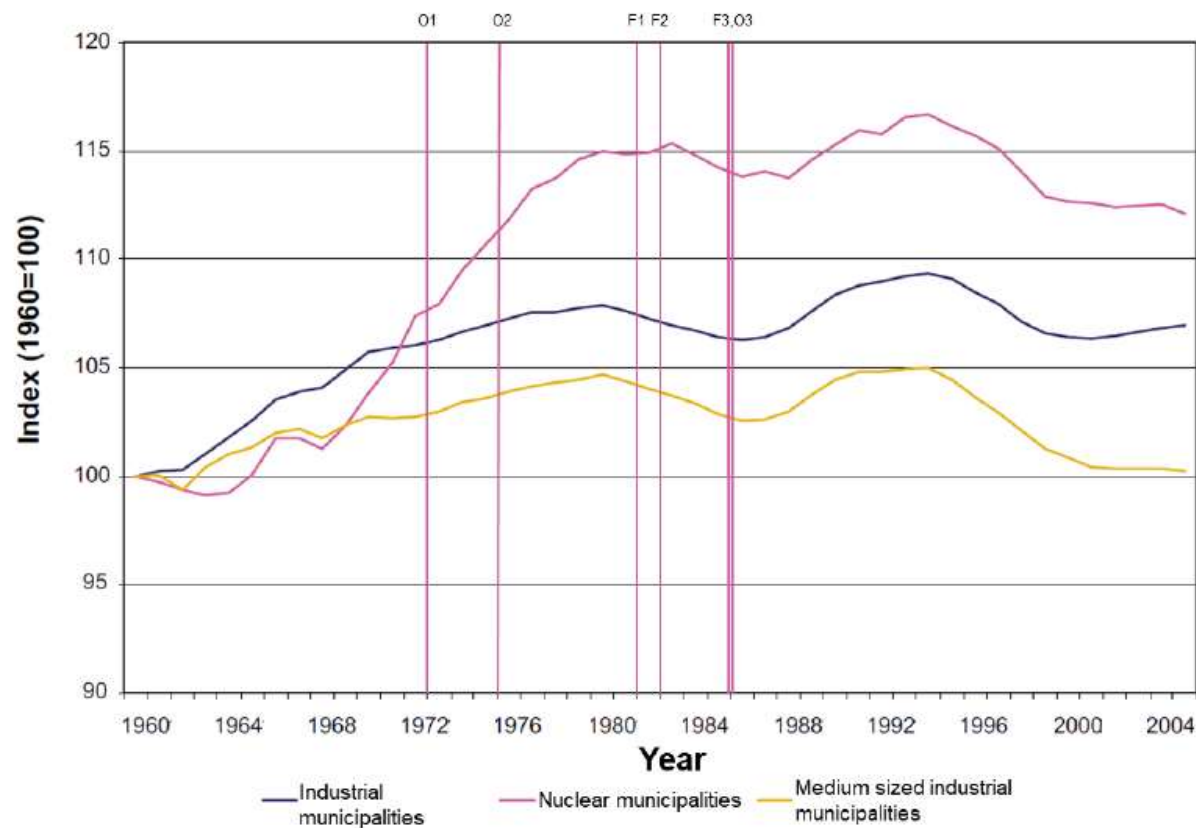
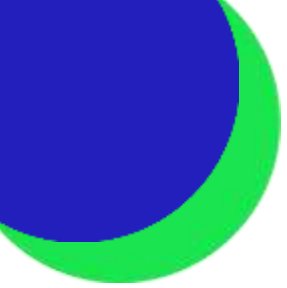
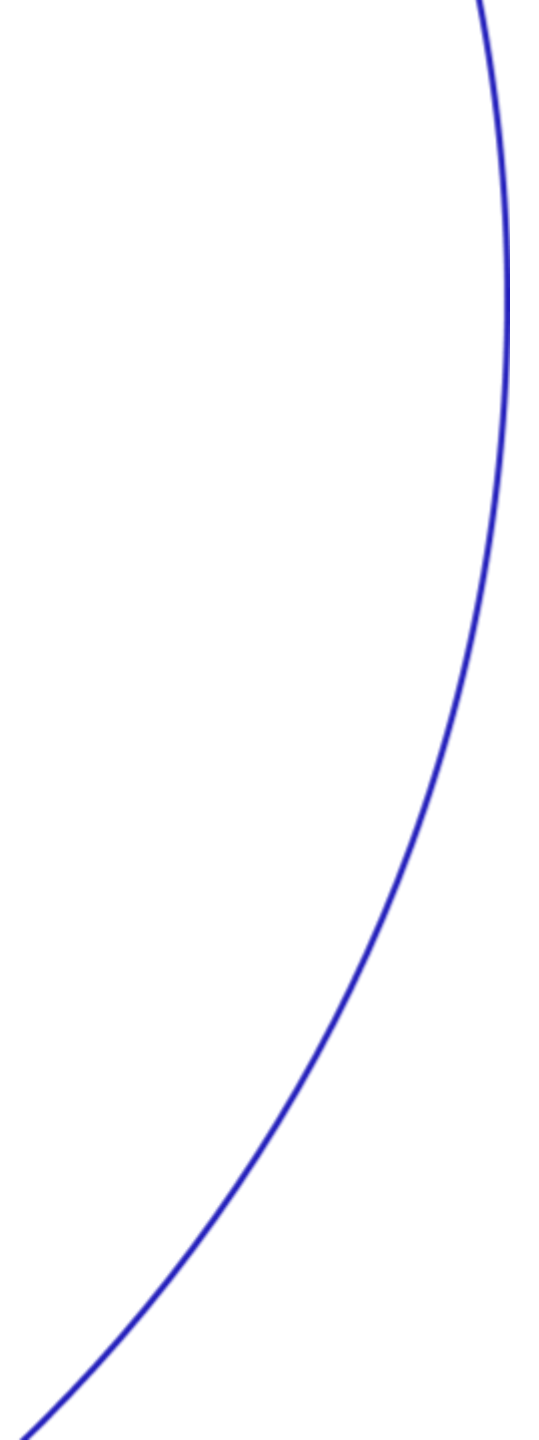


Figure 8 Rate of population change in nuclear municipalities, other industrial municipalities and other medium sized industrial municipalities in the period 1960-2005. The vertical lines indicate when each unit came to operation. (Adapted from figure 3-8 in [6]).



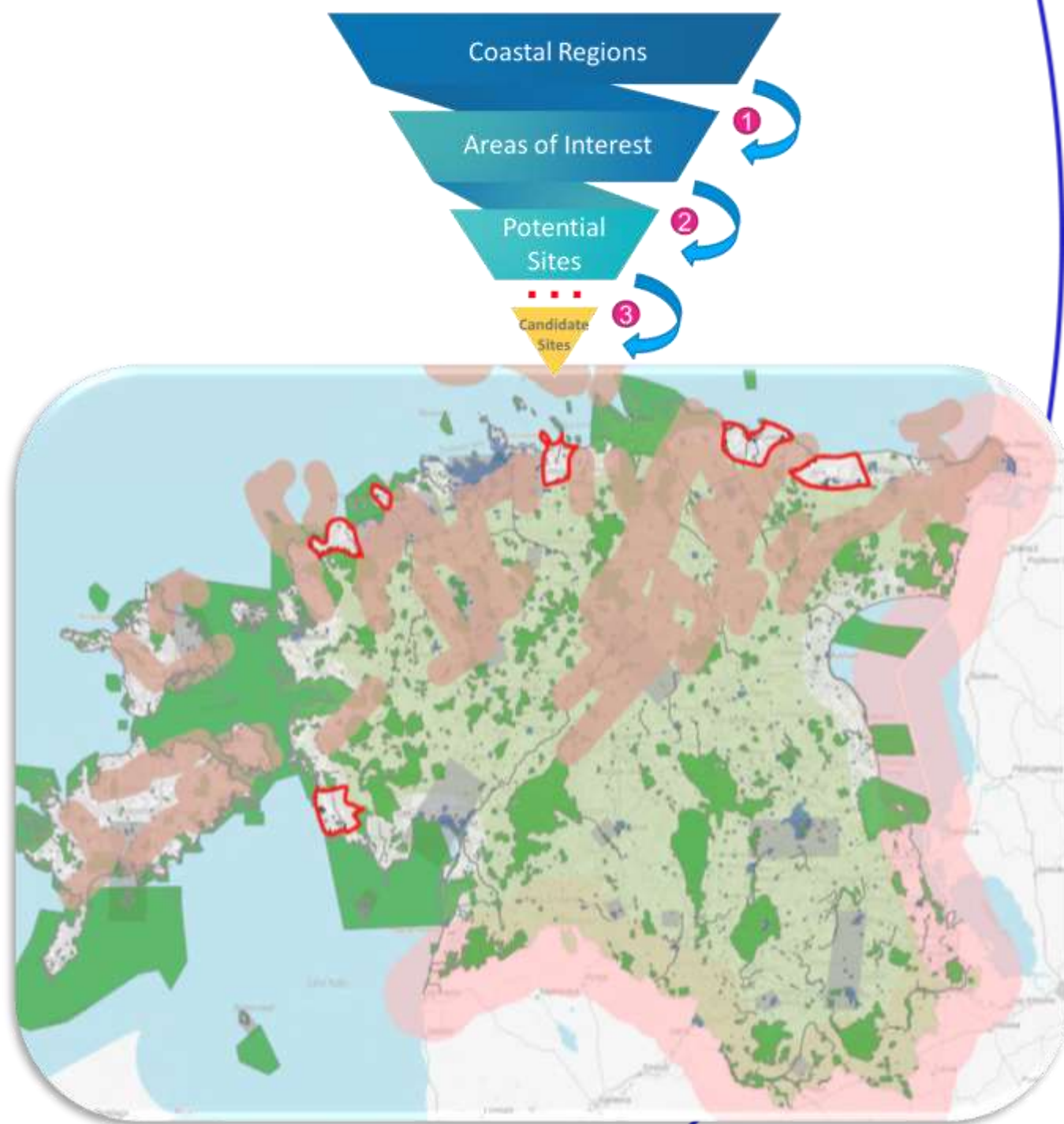


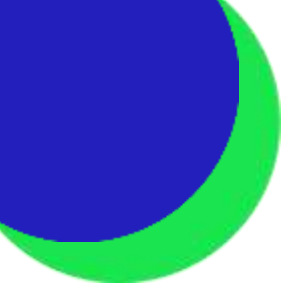
Asukoht



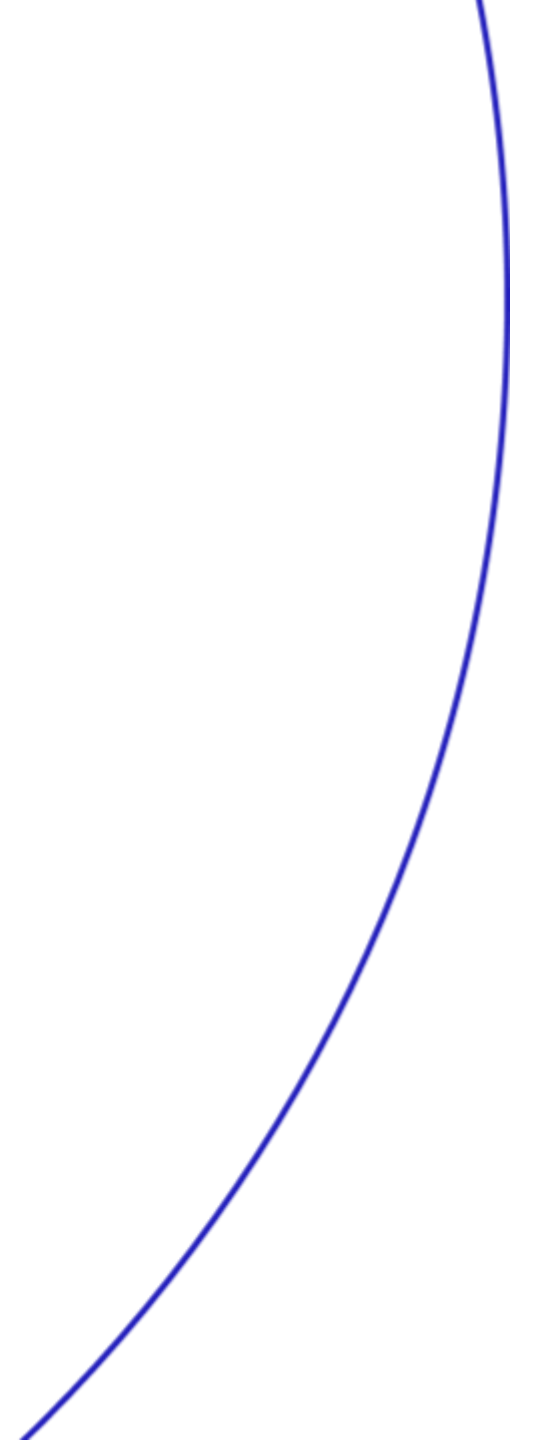
Asukoht

- Uuringud
 - Asukoha eeluuring ✓
 - Jahutuslahendused ✓
 - Aidu hüdrogeoloogia ✓
 - Letipea ehitusgeoloogiline uuring
 - Jahutusvee mõju-uuring Kunda ja Narva lahes
 - KMH programm
 - Välised ohutegurid ja julgeolek
 - Jäätmekäitlus
- Kaks võimalikku asukohta tuvastatud
 - Letipea – Kunda
 - Aidu – Lüganuse





Inimesed, töökohad

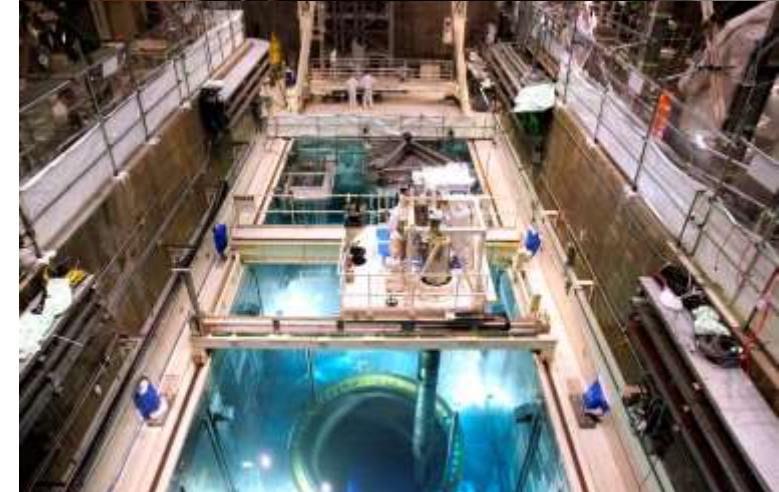


Millised töökohad?

Kahe väikereaktoriga jaamas töötab 200–300 inimest, neist ca 85% kutseharidusega.



- **5% tuumaala tippspetsialistid** - sügav tuumateadmine nt teadlased, põhilised projekteerimis- ja ohutuseksperdid
- **15% tuumaalal spetsialistid** - töötajad tugeva tuumaalase kogemusega nt protsessiinsenerid, käidu-, hooldus- ja järelvalvetöötajad
- **80% tuumaalase teadlikkusega** – töötajad ilma tuumaenergeetika alase taustata aga heade teadmistega tuumaohutuskultuurist ja tuumaala nüanssidest



Euroopas: 133 töötavat tuumareaktorit

133 Operational nuclear reactors in Europe (EU and nuclear-europe non-EU members)

Nuclear share of electricity

70% France
56 reactors - 61 370 MW

53% Slovakia
4 reactors - 1 865 MW

51% Ukraine
15 reactors - 13 107 MW

48% Hungary
4 reactors - 1 916 MW

40% Bulgaria
2 reactors - 2 006 MW

39% Belgium
6 reactors - 4 936 MW

37% Czech Republic
6 reactors - 3 934 MW

37% Slovenia
1 reactor - 688 MW

33% Finland
5 reactors - 4 394 MW

32% Switzerland
4 reactors - 2 960 MW

29% Sweden
6 reactors - 6 885 MW

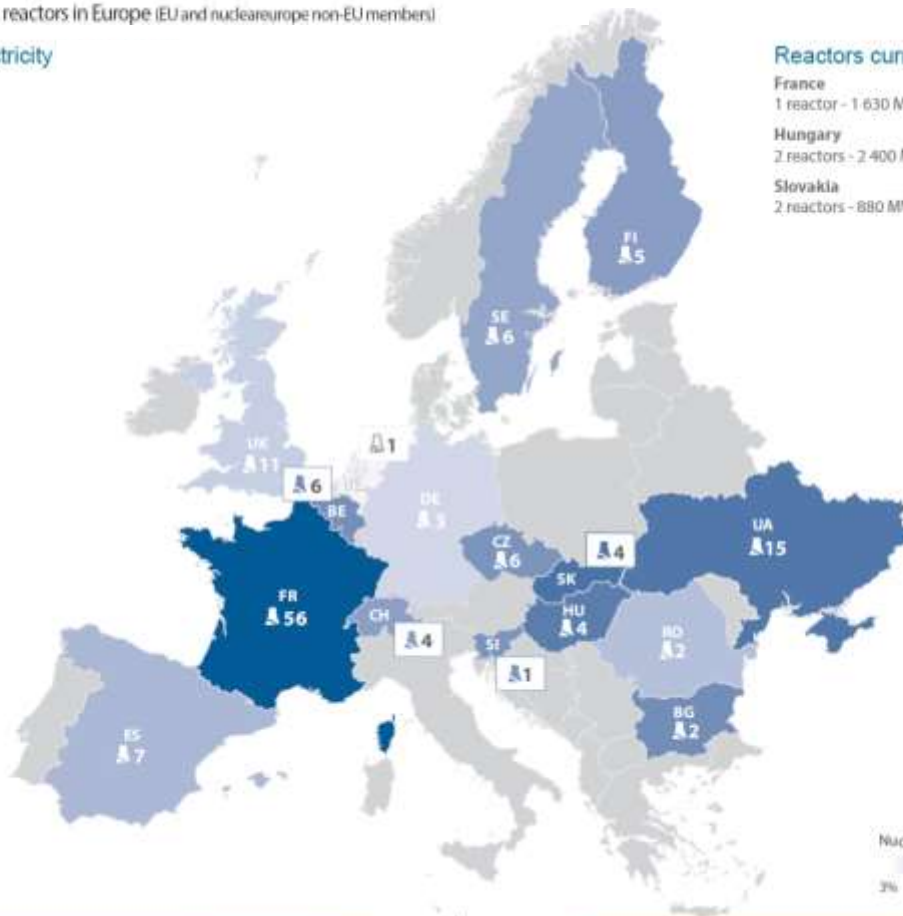
22% Spain
7 reactors - 7 121 MW

19% Romania
2 reactors - 1 300 MW

14% UK
11 reactors - 6 848 MW

11% Germany
3 reactors - 4 055 MW

3% Netherlands
1 reactor - 485 MW

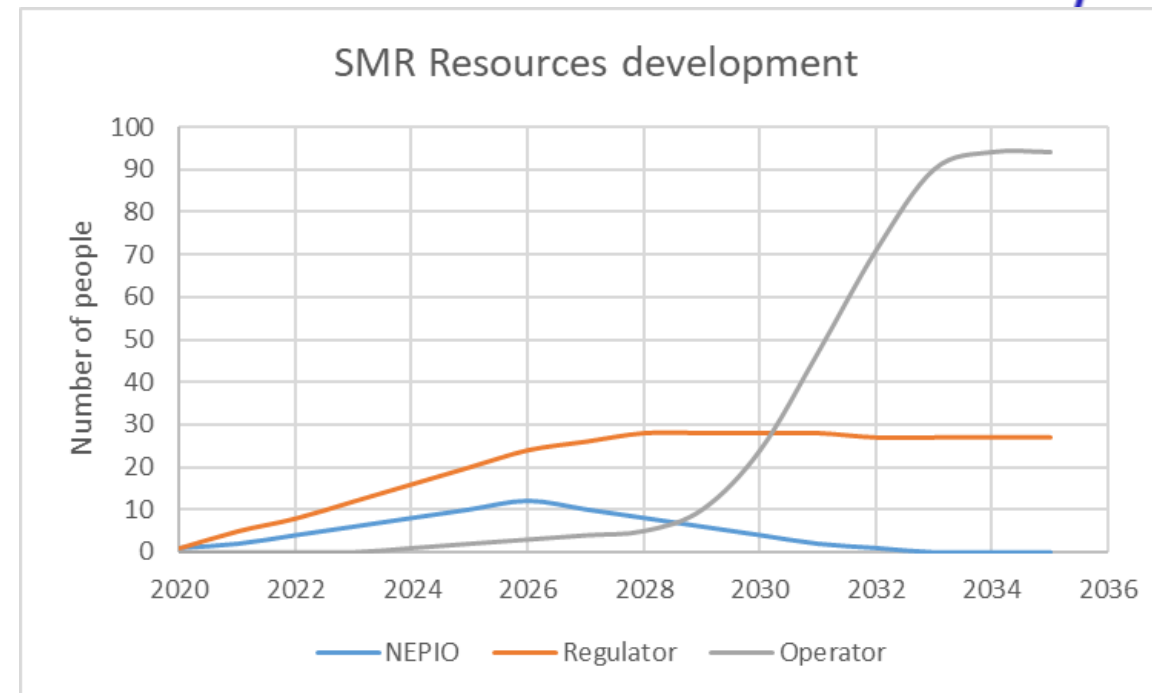


Euroopa tuumatööstus annab tööd ca 1,3 miljonile inimesele

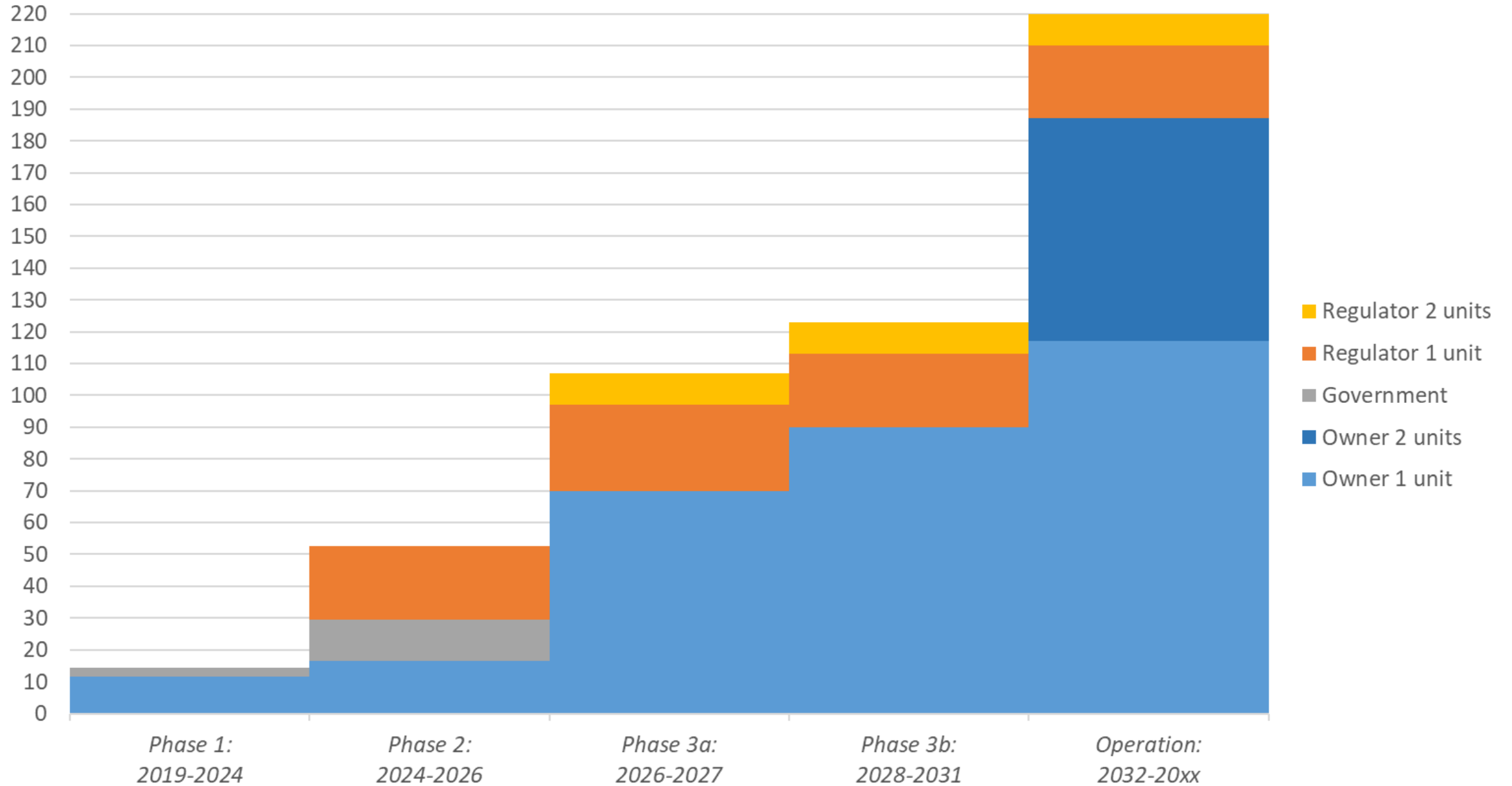
Milliseid inimesi on vaja?

Jaotus eri tasemel ekspertteadmiste vahel:

- **5% tuumaala tippspetsialistid** - sügav tuumateadmine nt teadlased, põhilised projekteerimis- ja ohutuseksperdid
- **15% tuumaalal spetsialistid** - töötajad tugeva tuumaalase kogemusega nt protsessiinsenerid, käidu-, hooldus- ja järelvalvetöötajad
- **80% tuumaalase teadlikkusega** – töötajad ilma tuumaenergeetika alase taustata aga heade teadmistega tuumaohutuskultuurist ja tuumaala nüanssidest



Tööjõu vajadus 2x300MWe reaktori puhul



Inimressursi arendamine: Mida juba teeme (1/2)

- Loengud ülikoolides
 - “Kaasaegne tuumaenergia” (TalTech, Fermi)
 - “Reaktorifüüsika” (TalTech, KBFI)
 - “Tuumatehnoloogia seminar” (UT, Fermi)
 - Õppeaine välja töötamisel (TalTech Virumaa Kolledž, Fermi)
- Suve- ja sügiskoolid toimunud 5 korda, kokku 180+ osalejat
- Stipendiumid
 - Fermi Energia stipendium tuumaenergeetika magistriõpinguteks, igal aastal 2 tudengile, 1000 €/kuus kaheks aastaks
 - Akad. Anto Raukase nimeline stipendium koostöös Teaduste Akadeemiaga



Inimressursi arendamine: Mida juba teeme (2/2)

- Loengud Eesti koolides Fermi Energia spetsialistid on käinud enam kui 60 üldhariduskoolis üle Eesti. Eesmärk 100% Eesti koolidest ja jätkata.
- Seminarid ja tuumajaamade külastused ettevõtjatele, ametnikele, poliitikutele, kohalikele elanikele ning akadeemiale
- Fermi Energia iga-aastane konverents
- Raamat „TUUMA ENERGIA“
- Fermi töötajate erinevad rahvusvahelised koolitused näiteks IAEA's või rahvusvaheliste partnerite juures KSUs Rootsis ning USAs GE Hitachi reaktorite operaatorite ja hooldusmeeskonna koolituskeskustes





Aatomiku teabetuba ootab huvilisi

- Tuumaenergia teabetuba Kunda tsemendimuuseumis ootab huvilisi ja kooligruppe – **põnevad avastamist jagub kõigile!**
- Alates märtsikuust üle 370 külastaja Virumaalt ja mujalt Eestist – kooligrupid, töökollektiivid, sõpruskonnad jne.

Lisainfo ja
registreerimine:
Liis Krigul
liis.krigul@fermi.ee
56 257 8979



Inimressursi arendamine: Järgmised sammud

- Detailsem mehitus ja koolitus plaan vastavalt valitud tehnoloogia vajadustele koostöös GE Hitachiga
- Täiendavad õppeained Eesti ülikoolides ja õppeasutustes
- Ümberõppe- ja täiendkoolitusprogramm Eesti tööstuses olemasoleva tööjõu kaasamiseks koostöös Rootsi KSU ja TalTech Virumaa Kolledžiga
- Väikereaktori operaatorite värbamine ja koolitused koostöös GE Hitachi ja KSUga



Re-skilling Estonia: transition to clean energy future

Objective:

- Re-skill people from Eastern Estonian conventional industry into nuclear field
- Give good overview of nuclear power fundamentals and safety culture principles
- Familiarize with knowledge, skills and ability needed to operate & maintain nuclear power plant
- Understand radiation protection basics
- Get acquainted with English language nuclear vocabulary

STEP 1: NUCLEAR BASICS & SAFETY CULTURE COURSE in TalTech Virumaa College

Length: 5 days (5x6h)

How many people: 20

What: lectures, workshops

Who provides: Estonian lecturers (Fermi, other), KSU lecturers

Timing: 2nd half of 2024

STEP 2: HANDS-ON TECHNICAL TRAINING COURSE in KSU training centre, Sweden

Length: 3-4 days

How many people: 10

What: hands on training (+lectures)

Who provides: Estonian lecturers (Fermi, other), KSU lecturers

Timing: 1st half of 2025

STEP 3: TRAINEESHIP (at GE Hitachi or other key partners)

Length: 1-2 years

How many people: 1-3 per year

Who provides: Fermi/GEH

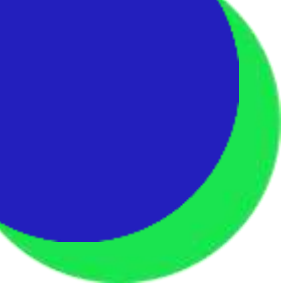
Timing: 2nd half of 2025→

Selection criteria:

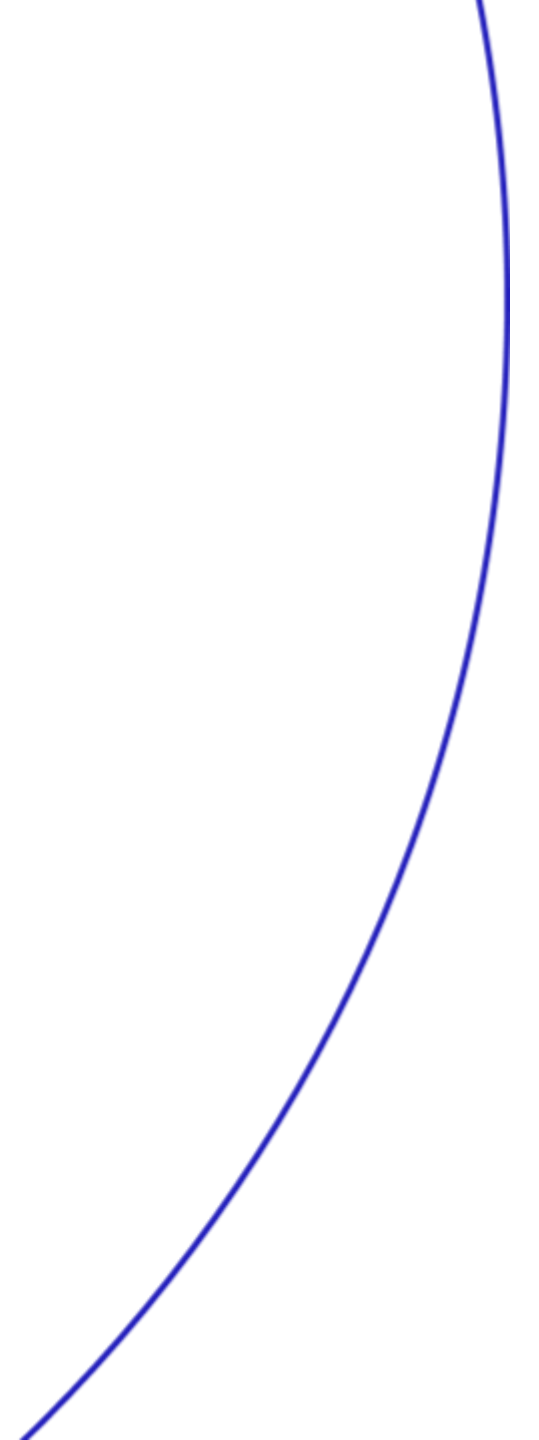
- Who: People working in the Estonian conventional Industry, min 5 years working experience
- Education level: vocational /technical training
- Mandatory languages: English, Estonian
- Age: 25-40

Motivation:

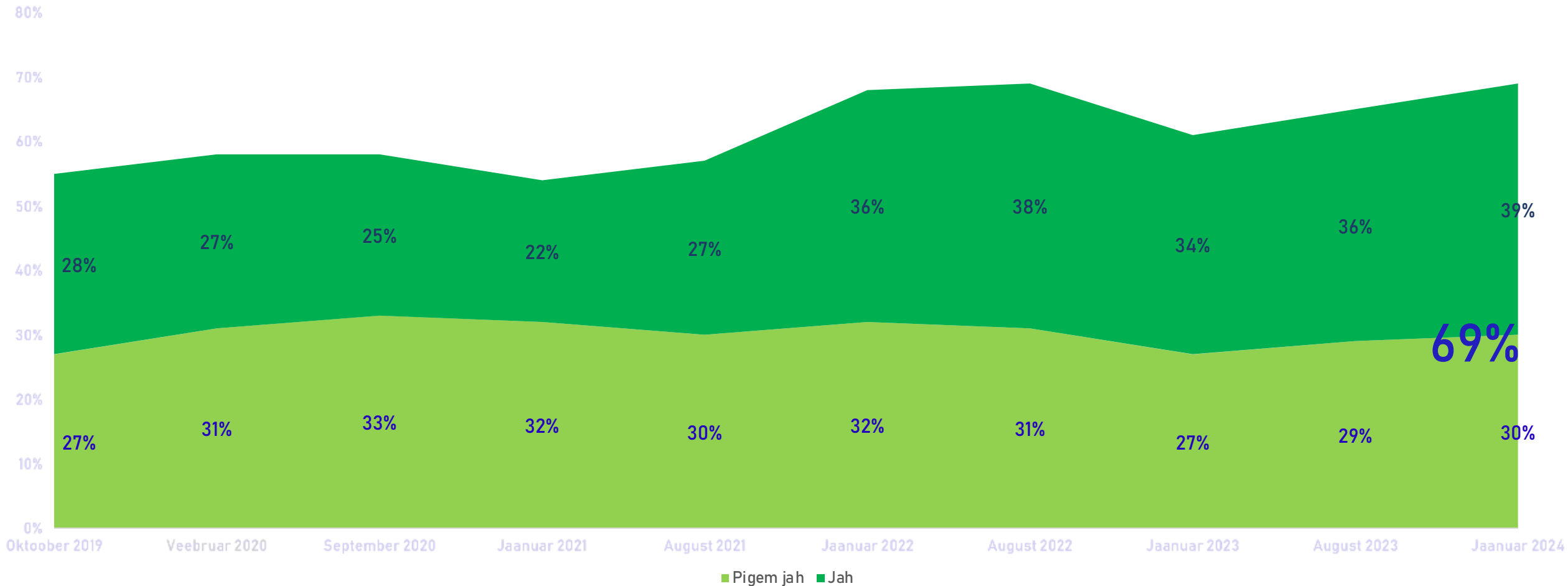
- Future career opportunities
- Be part of energy transition
- Learn something new and meet new people
- Travel and visit nuclear power plant
- Receive diploma



Küsitlused

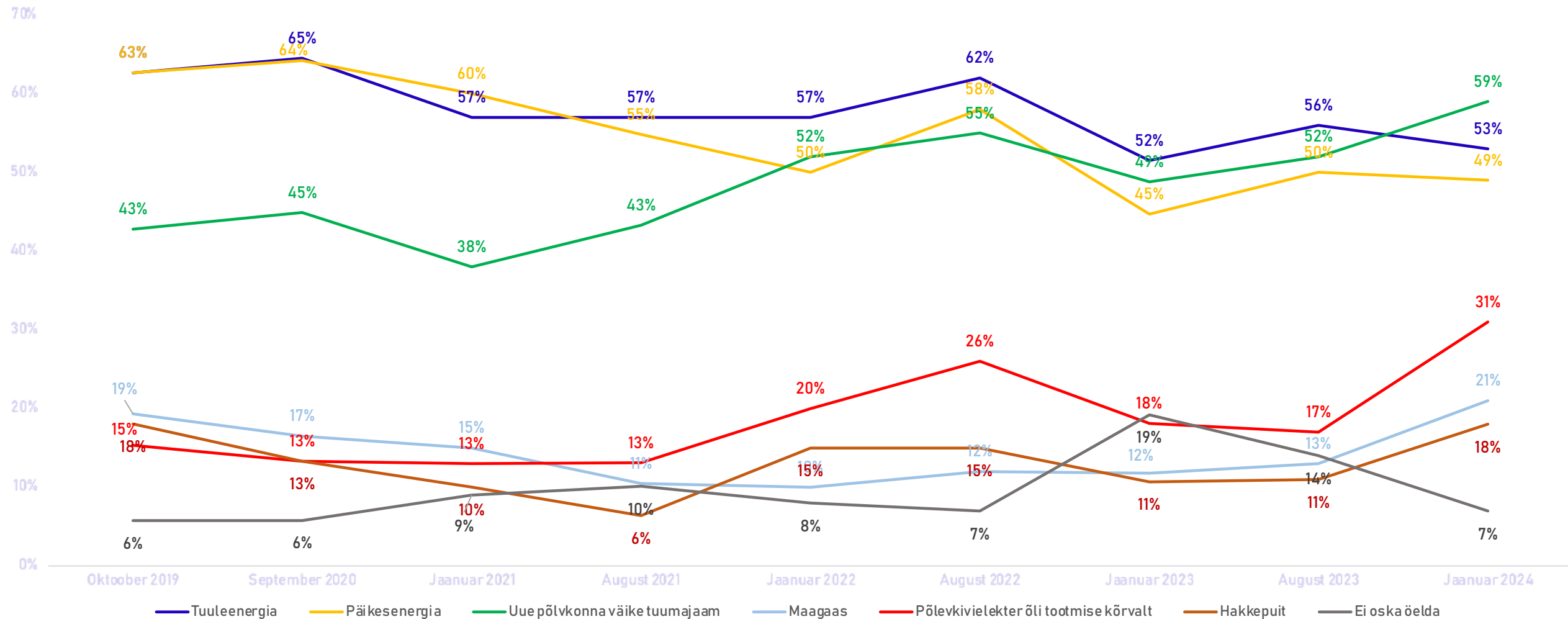


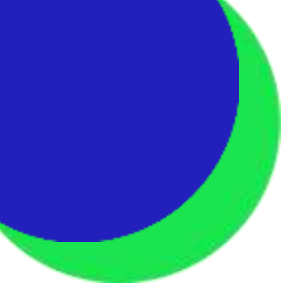
KAS POOLDATE UUE PÕLVKONNA VÄIKESE TUUMAJAAMA KASUTAMISE KAALUMI ST EESTI ELEKTRI VARUSTUSKINDLUSTUSE TAGAMISEKS?



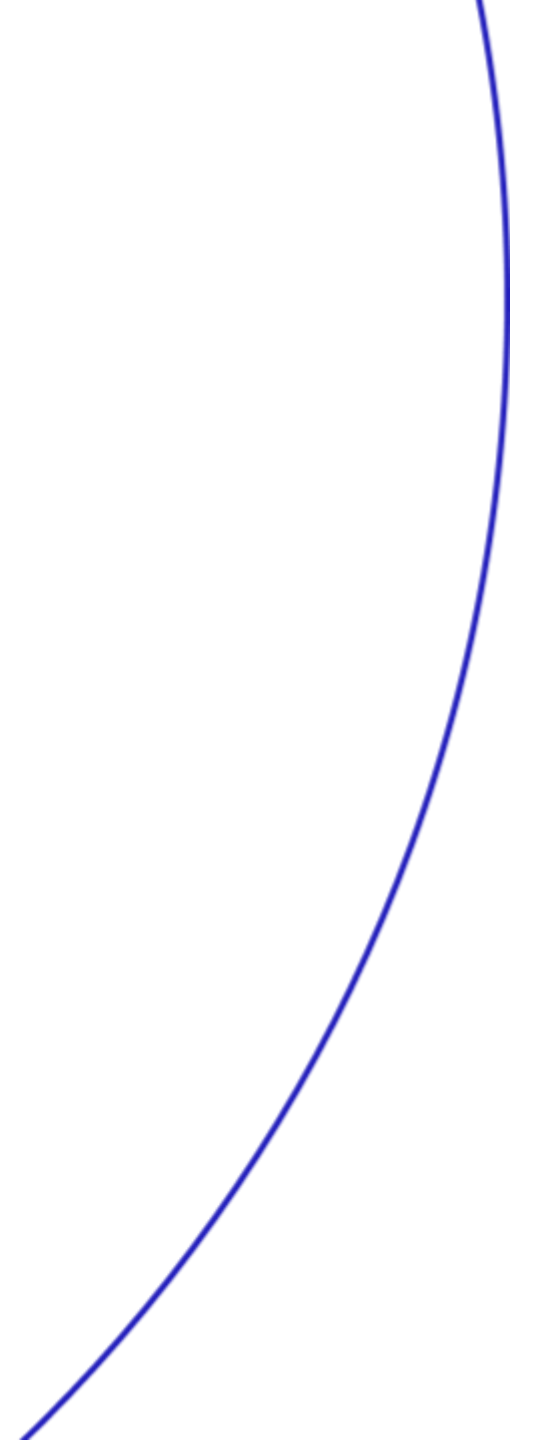
Millist elektri tootmise liigi arendamist Eestis pooldate, arvestades põlevkivist elektri tootmise vähendamisega?

Mitu vastust võimalik





Meist



FERMI.

ASUTAJAD

Sandor Liive M.B.A.
nõukogu esimees

Kalev Kallemets Ph.D.
juhatuse esimees

Henri Ormus M.Sc.
juhatuse liige

Marti Jeltsov Ph.D.
tehnoloogiajuht

Kaspar Kõöp Ph.D.
ohutusjuht

Merja Pukari Ph.D.
kütusetsükli juht

Mait Müntel Ph.D.
nõukogu liige



MEESKOND

Albert Kopjev M.Sc.
ehitusinsener

Albert Rice
tuumainsener

Allan Vragar M.Sc.
soojustehnika insener

Andrei Goronovski M.Sc.
neutronika insener

Andres Ingerman
kommunikatsioonispetsialist

Anet Marii Paumets
tehniline koordinaator

Anu Koppel M.Sc.
tarneahela juht

Diana Revjako M.Sc.
juhatuse liige, planeering

Gerli Toomet
büroojuht

Kalev Sädeme
kommunikatsiooni koordinaator

Liis Krigul
virumaa teavitusjuht

Helen Cook Ph.D.
tuumaoiguse partner

Ivar Kurvits Ph.D.
õigusnõunik

Mihkel Loide M.A.
teavitusjuht

Peter Treialt M.B.A.
finantsjuht

Rainer Küngas Ph.D.
vesiniku ekspert

Teet Nurmeoja M.Sc.
programmijuht

Urmas Voit
müügijuht

PARTNERID



OSANIKUD

Asutajad
Kunda Trans

T. Kaasik, K. Järvelill, K. Pärnoja,
J. Luts, M. Henk, H. Meerits,
N. Seli, S. Aswani, A. Lumberg

VATTENFALL 

1,5 mln. euro

FUNDERBEAM
1 281 investorit

TRACTEBEL 

LAST ENERGY

Kaasatud kapital 2019-2023:
6,6 mln. €

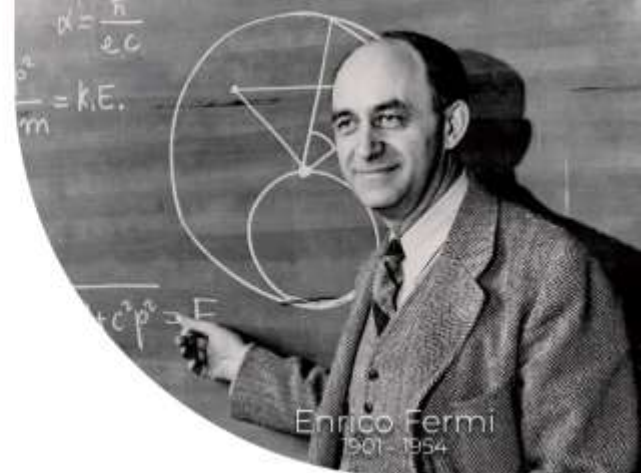
NÕUKOGU

Sandor Liive M.B.A.
nõukogu esimees

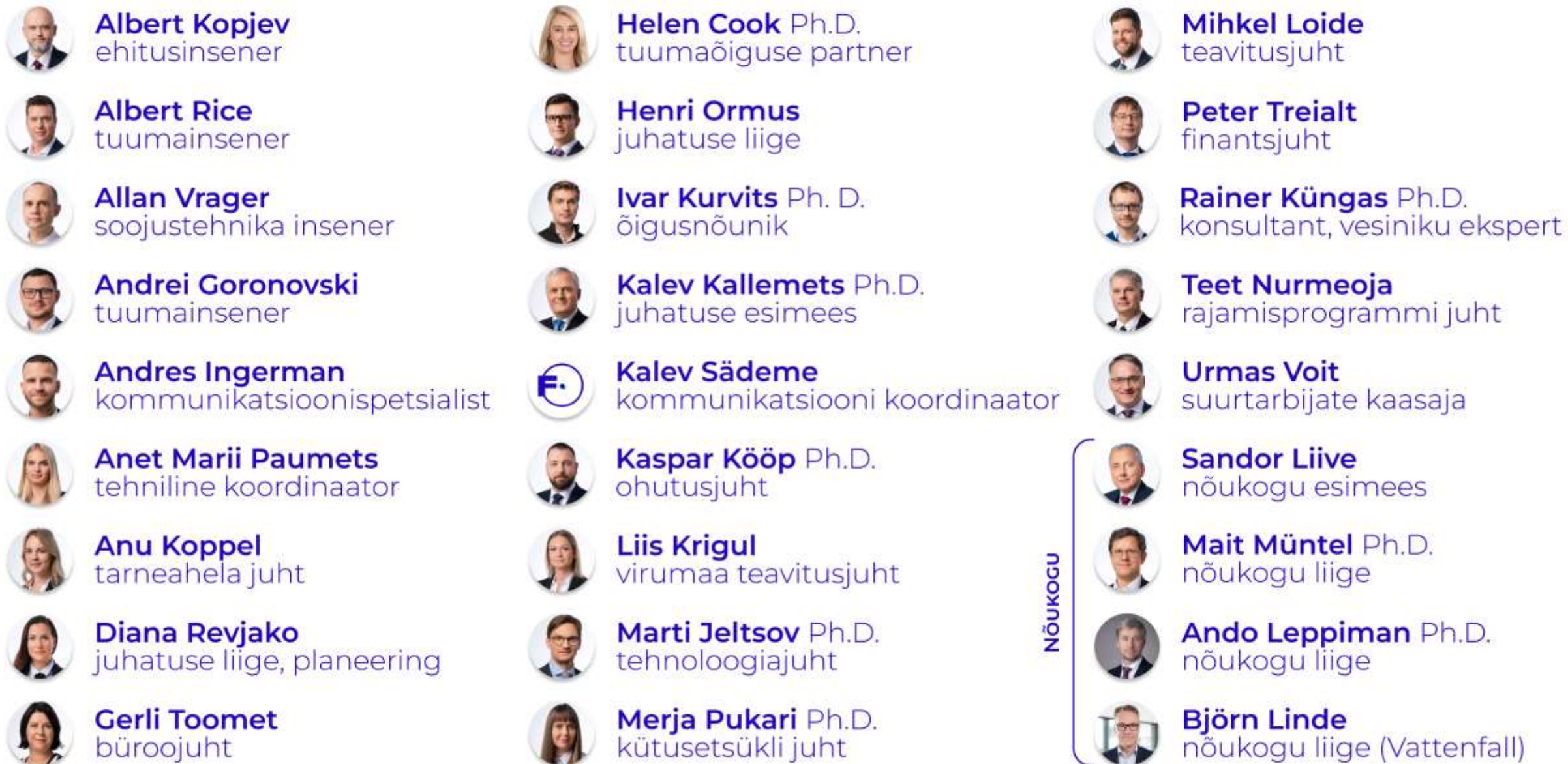
Mait Müntel Ph.D.
nõukogu liige

Ando Leppiman Ph.D.
nõukogu liige

Björn Linde
nõukogu liige (Vattenfall)



Meil on kindel plaan: viia Eesti energeetika 21 sajandisse!



Millist tulevikku tahame Eestimaale luua?

Meie eesmärk Fermi Energias on:

- Luua hästi tasustatud töökohti
- Toota soodsat elektrit ja toasooja nii Eesti inimestele kui ettevõtetele
- Tagada energiajulgeolekut läbi juhitava siseriikliku tootmise (import - > eksport)
- Aidata kaasa Eesti kliimaeesmärkide saavutamisele
- ehk luua **KINDLAT, SOODSAT, PUHA**ST Eesti energeetilist tulevikku!

Aitäh!

