



TUUMAENERGIA KINDEL, SOODNE, PUHAS

Tuumaenergeetika arendamisest Eestis

Henri Ormus, 26.11.2024



Kes ma olen?



Energeetika, MSc, TTÜ 2007



Tuumaeenergeetika, 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





Kas tuumaenergia on taastuveenergia?



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

Press release

11 December 2023

Nuclear recognised as a strategic net-zero industry by Council

Last week, the Council voted in favour of listing nuclear as a strategic net-zero industry. It now has the mandate it needs to enter trilogue with the European Parliament, which in turn also supports nuclear as a net-zero technology.

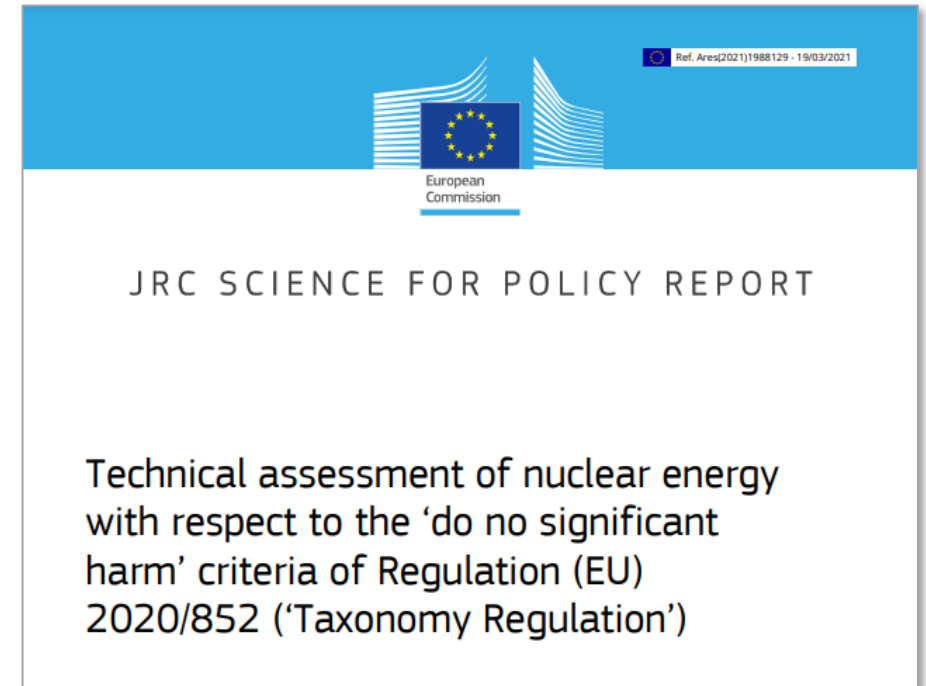
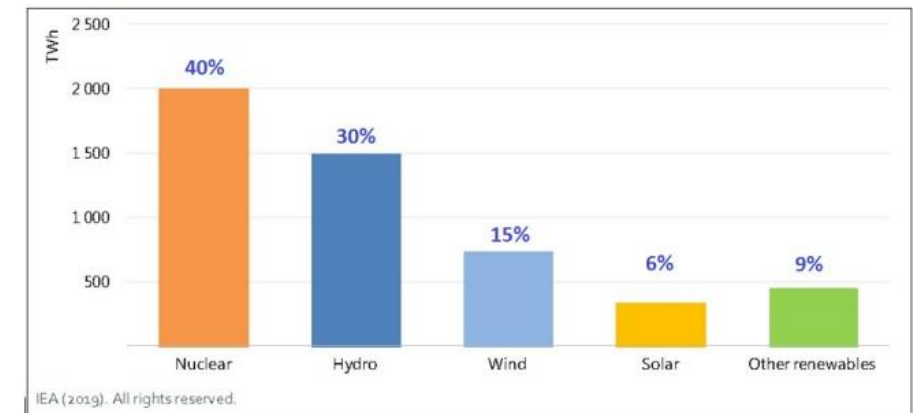
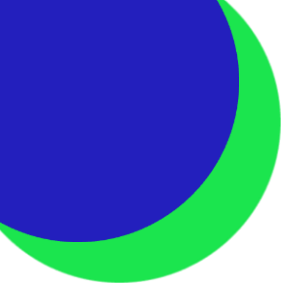


Figure 3.2-2. Low carbon electricity generation in advanced¹⁹ economies by source in 2018





Kus me oleme täna?



Eesti keeles ▾

Juurdepääs

Kontaktid

Sisukaart



Otsi



RIIGIKOGU

TEGEVUS

TUTVUSTUS JA AJALUGU

INFOALLIKAD

TULGE KÜLLA

[Avaleht](#) ▀ [Pressiteated](#) ▀ [Täiskogu](#) ▀ [Riigikogu võttis vastu otsuse tuumaenergia Ees...](#)

+ Jaga

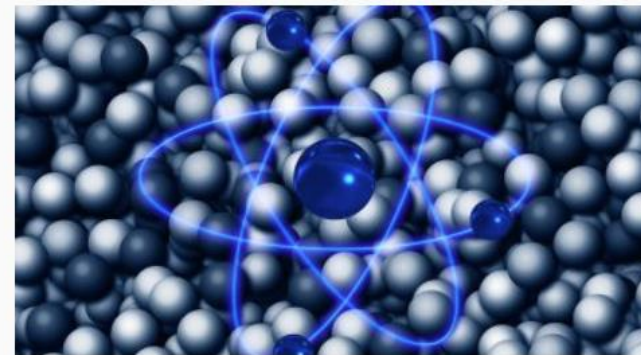
Prindi

Riigikogu võttis vastu otsuse tuumaenergia Eestis kasutuselevõtu toetamise kohta

12.06.2024 / Pressiteated, Täiskogu

Riigikogu otsus tuumaenergia Eestis kasutuselevõtu toetamise kohta hõlmab tuumaenergia ja -ohutuse seaduse eelnõu väljatöötamist ning vajadusel kehtivate õigusaktide muutmist ja täiendamist, tuumaenergia ohutut kasutamist reguleeriva asutuse loomist ning valdkondlike pädevuste arendamist.

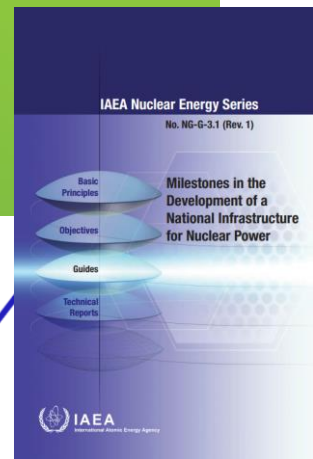
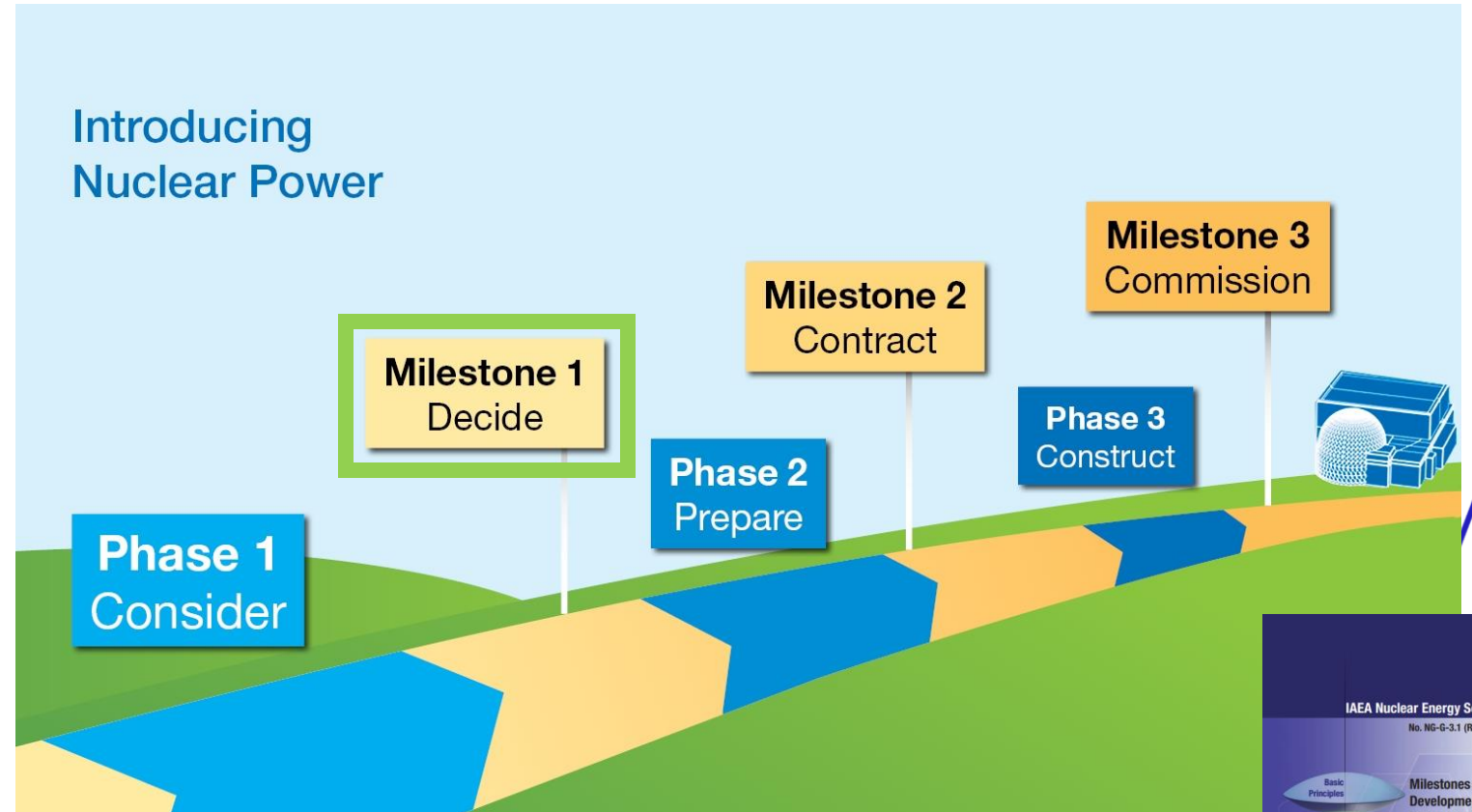
Riigikogu langetas põhimõttelise otsuse, kas kaaluda tulevikus Eestis tuumaenergia tootmist. Otsus põhineb eeskätt tuumaenergia töörühma tehtud analüüsil, mille järeldus on, et tuumaenergia kasutuselevõtt Eestis on teostatav.

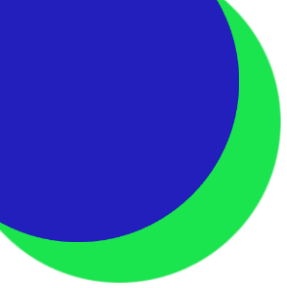


[Tutvu viimase infoga →](#)

IAEA I verstepost saavutatud!

- 5+ aastat rasket tööd
- Üle 70 uuringu/analüüsi Eesti ja rahvusvaheliste partneritega
- Lugematuid kohtumisi, seminare, konverentse, loenguid, ärireise, tuumajaamade külastusi, koolitusi jne.

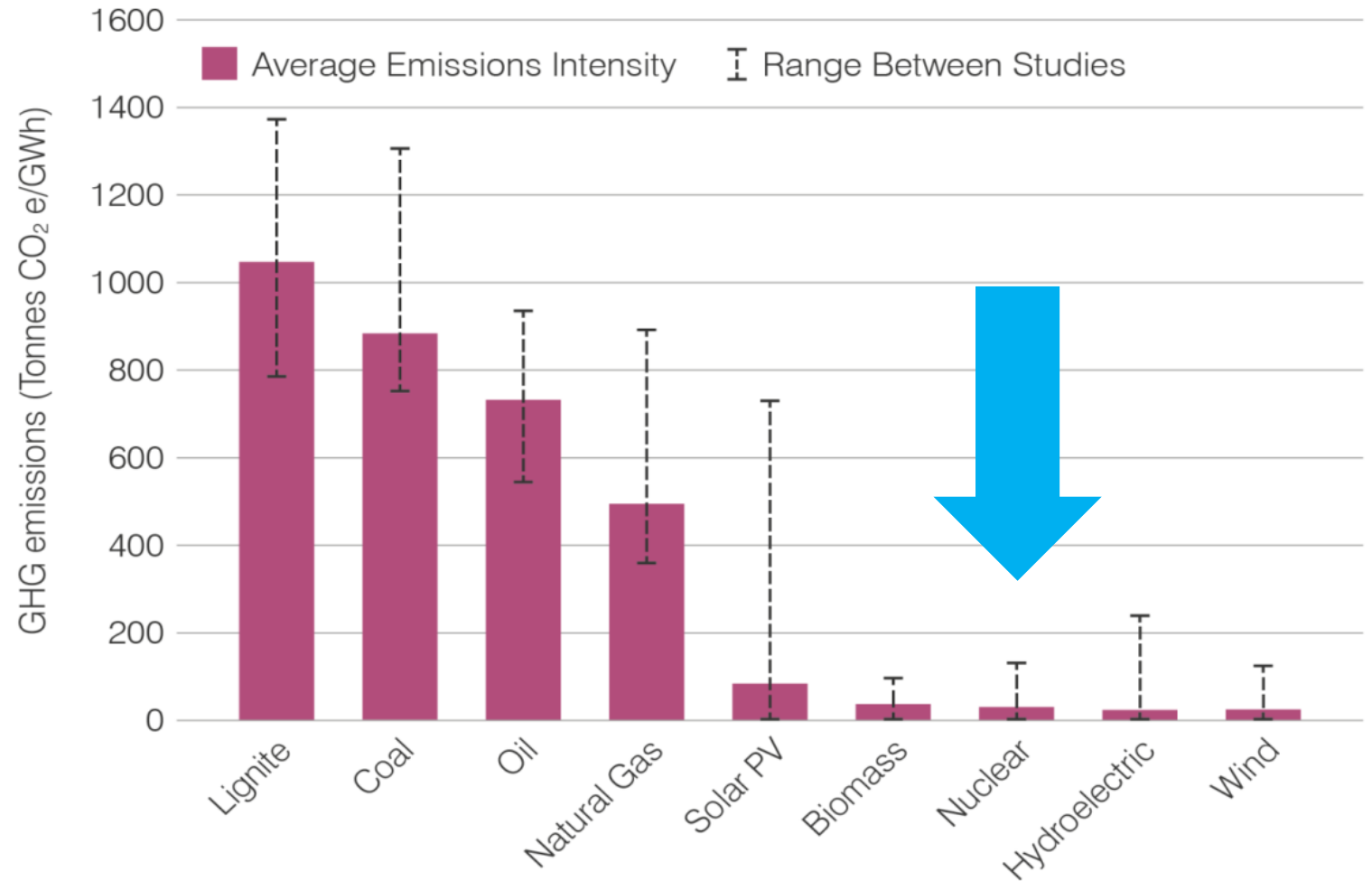




Miks tuumaenergia?

1. Tuumaenergia CO2 heitkogus toodetud kWh kohta üks madalaimaid

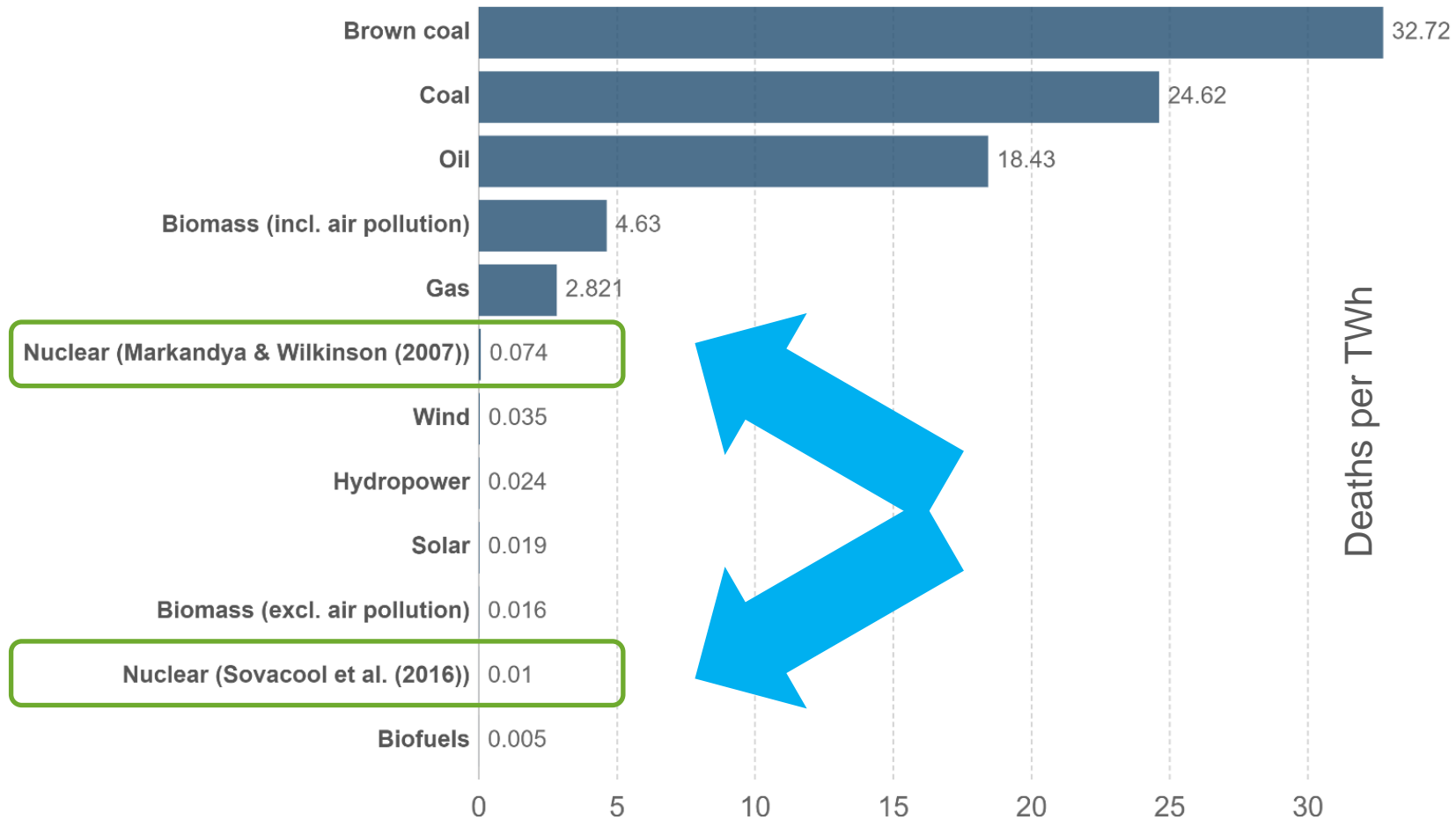
- See hõlmab kogu elutsükli heitkoguseid.
- Et saavutada kliimaeesmärke, elektri tootmine on vaja **dekarboniseerida** ja energia sektor on vaja **elektrifitseerida**.



Allikas: World Nuclear Association

2. Tuumaenergia on üks ohutumaid energia tootmise viise

Surmade arv toodetud TWh energia kohta on üks väiksemaid.



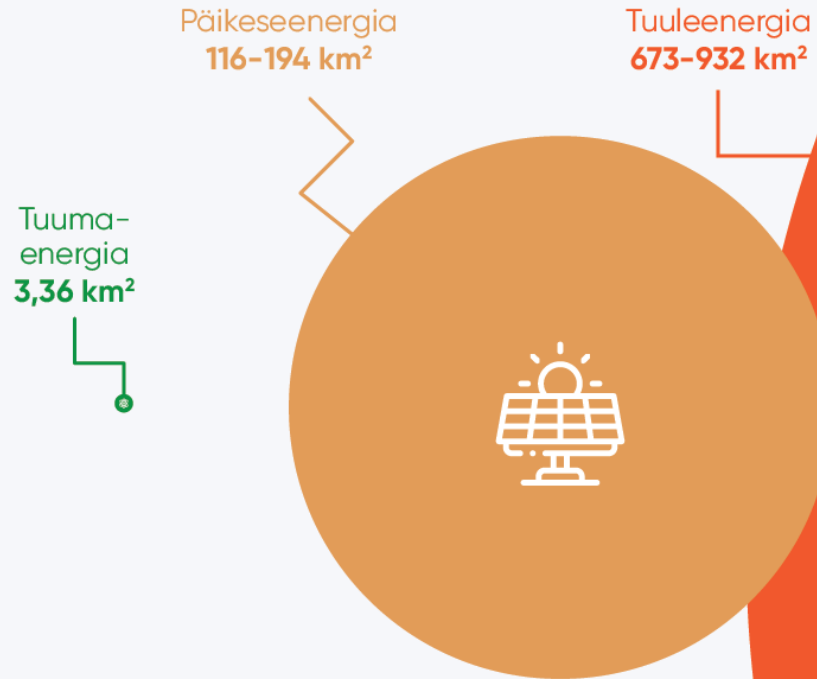
Source: Markandya & Wilkinson (2007); & Sovacool et al. (2016)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

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:

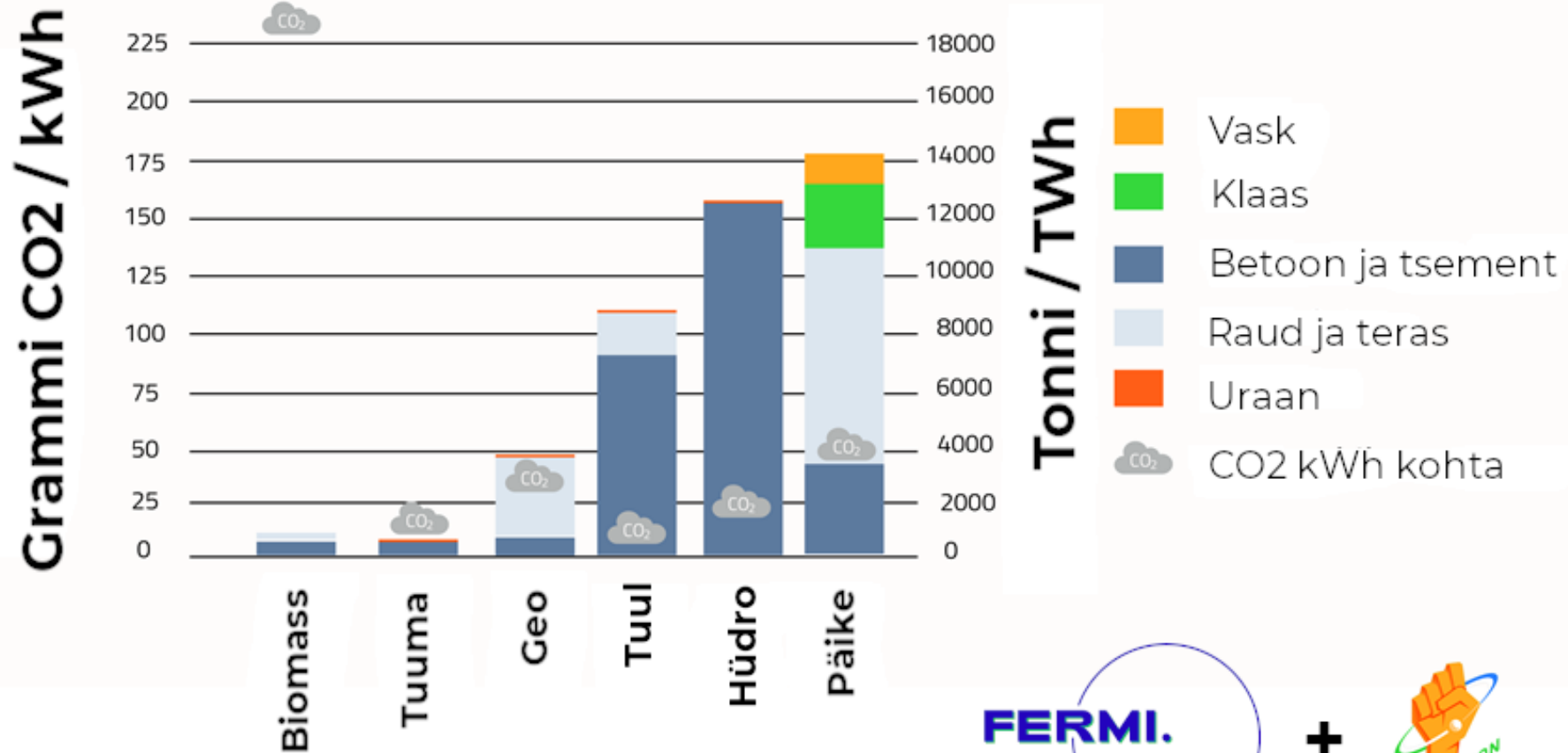


Energia tootmisel tuleb lisaks tootmisvõimsuse mahule (MW) hinnata ka seda, kui **suur on kasutustegur**, ehk kas tegu on pelgalt potentsiaaliga või reaalse tootmismahuga. **Tuumajaamade kasutustegur**, ehk aeg, mil reaktor töötab, on umbes **90%**. Et **tuule- või päikese**park heitlikes ilmastikutingimustes 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

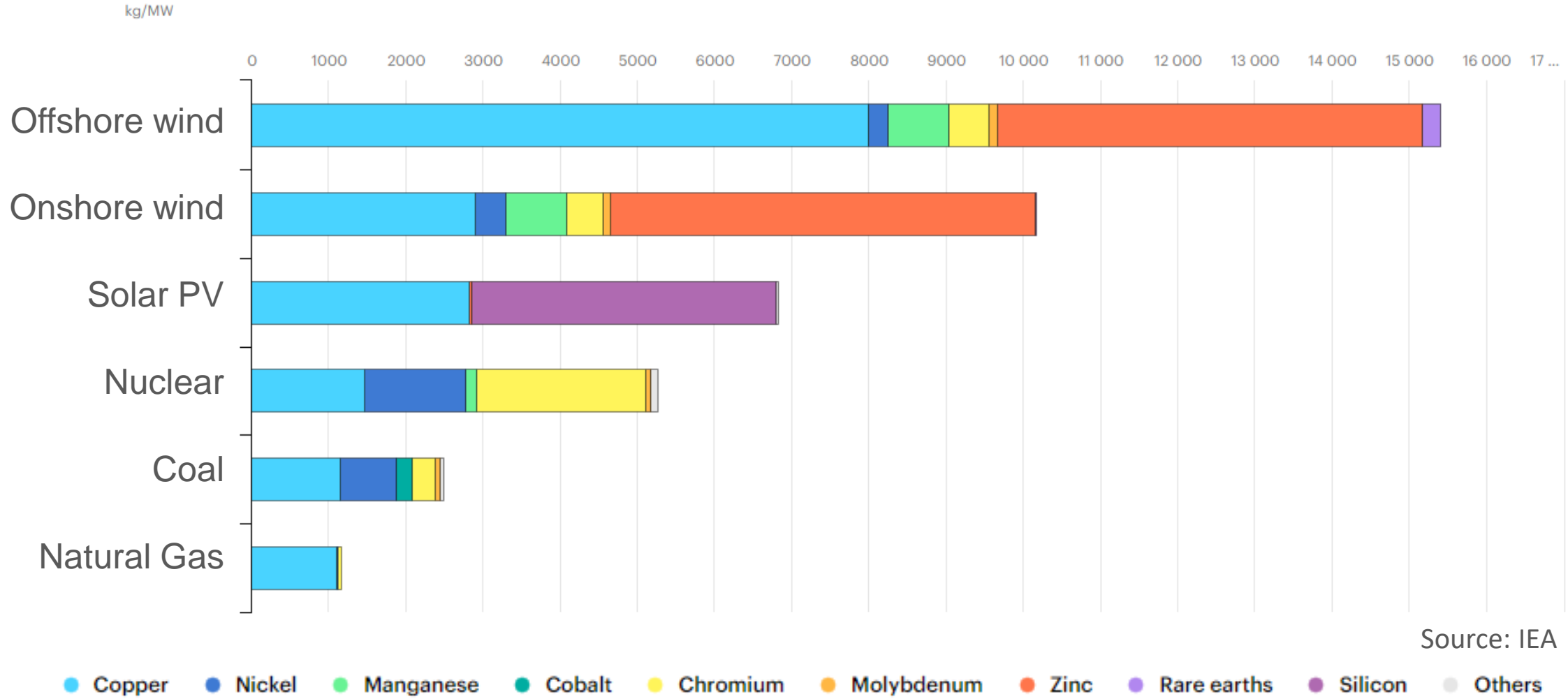


FERMI.

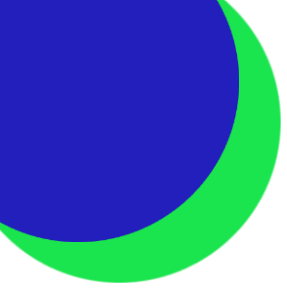
+



4. Tuumaenergia ressursikasutus on väga väike



Puhta energia tehnoloogiates kasutatavad mineraalid võrreldes teiste elektritootmisviisidega.

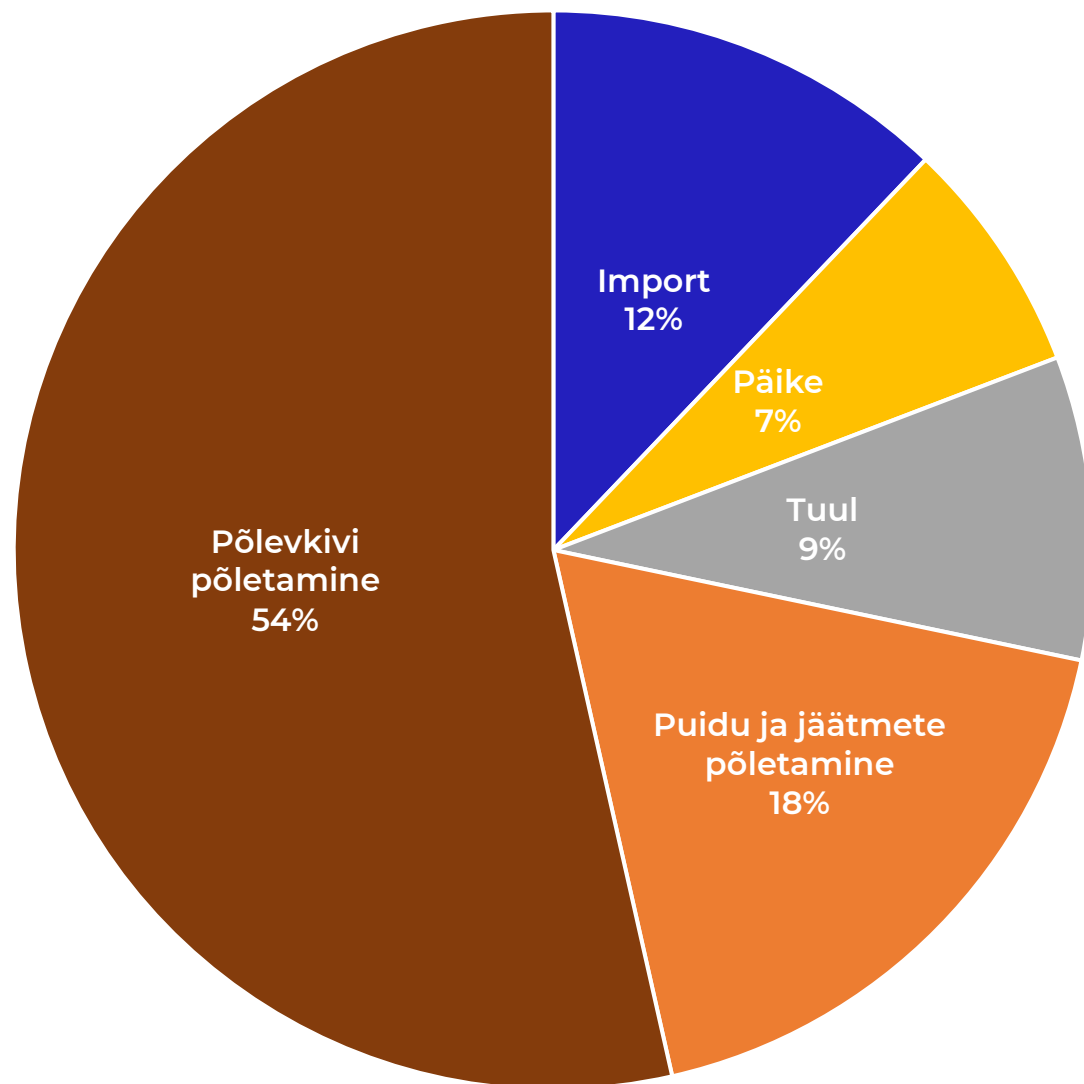


Miks Eesti vajab tuumaenergiat?

Eesti elektriportfell 2022

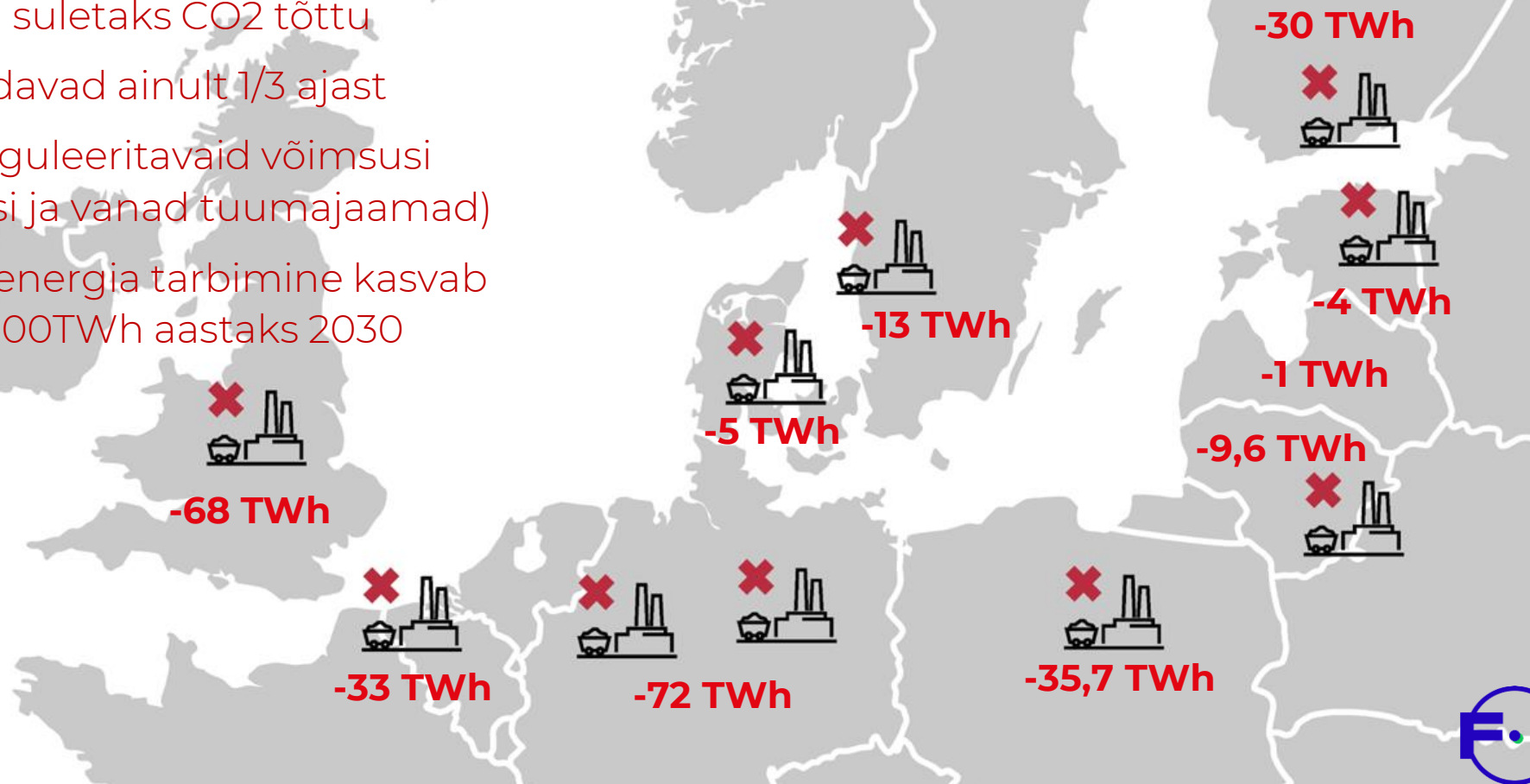
Põlevkivi põletamisel eraldub palju kliimamuutusi põhjustavat süsihappegaasi. Selline saastamine on üha kallimalt maksustatud, et suunata riike keskkonnasõbralikemate energiaallikate kasutamisele.

Samas on Eestil vähe alternative, mis annaks piisavas mahus mõistliku hinnaga energiat iga päev aastaringelt.

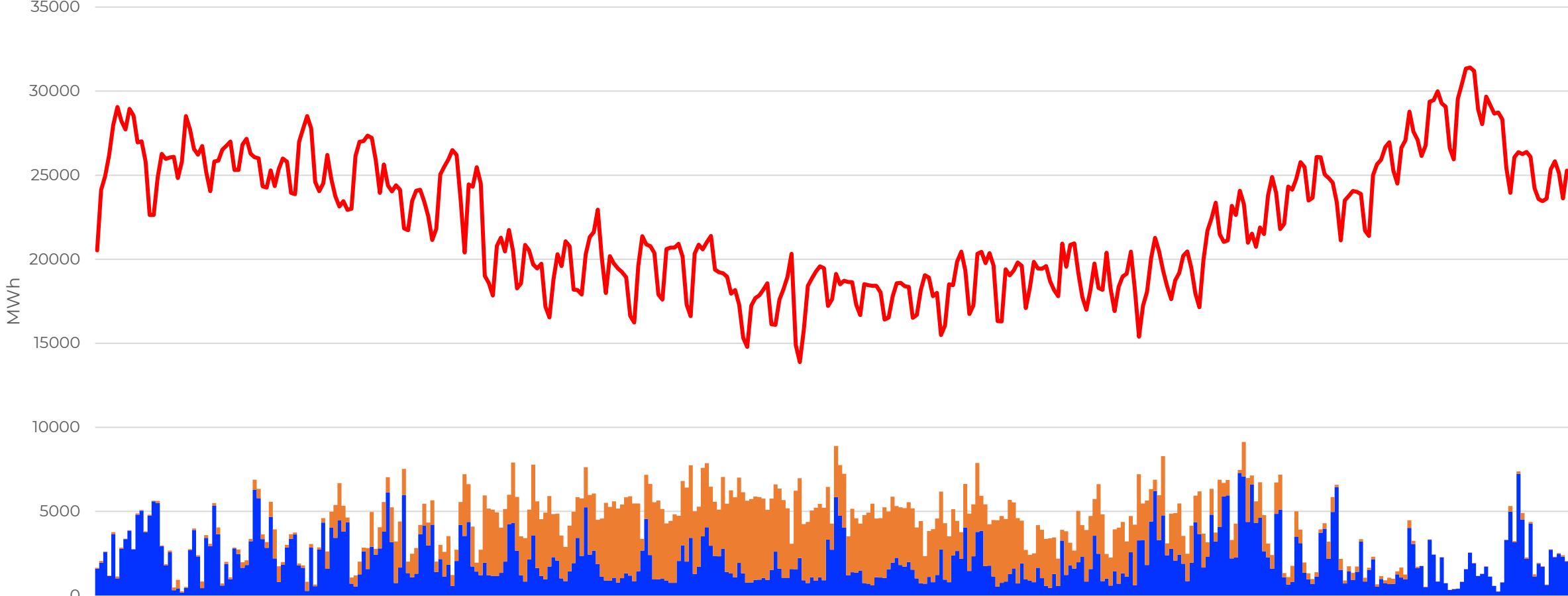


Eesti ja regiooni elektri defitsiit ainult kasvab ja energiakriis süveneb

- 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



Elektritarbimine ja taastuenergia tootmine (tuul ja päike)



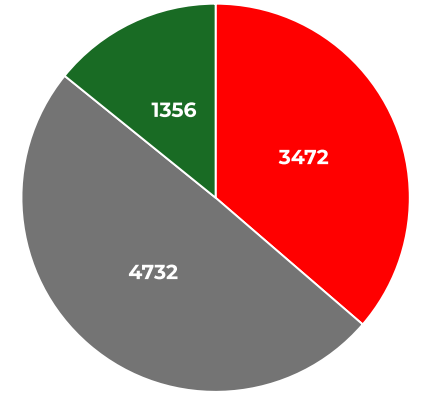
Eesti 2023 a. päevapõhised andmed (Elering)

Tuuleparkide toodang Päikeseenergia toodang Tarbimine

Kliimaministeriumi 100% taastuvelektri eesmärgi teekonna modelleerimine

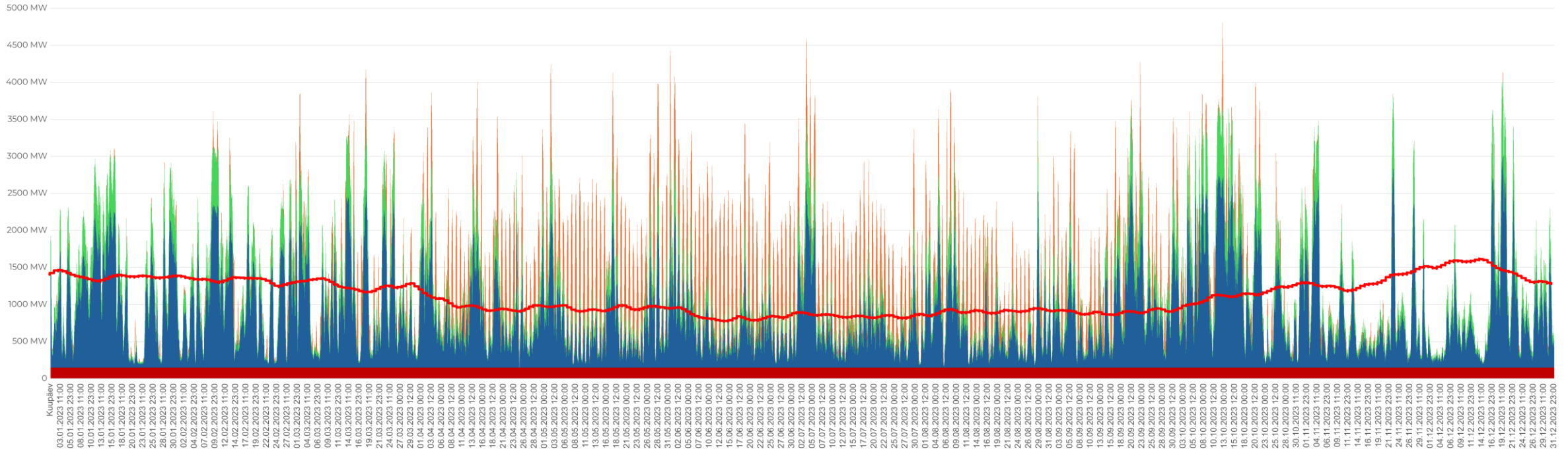
- Maismaa tuul: 2900 MW
- Mere tuul: 1000 MW
- Päike: 1500 MW
- Biomass: 150 MW
- Elektritarbimise kasv: +30%

Tootmine tunde kaupa
■ >1500 MW ■ <1300 MW ■ 1300-1500 MW



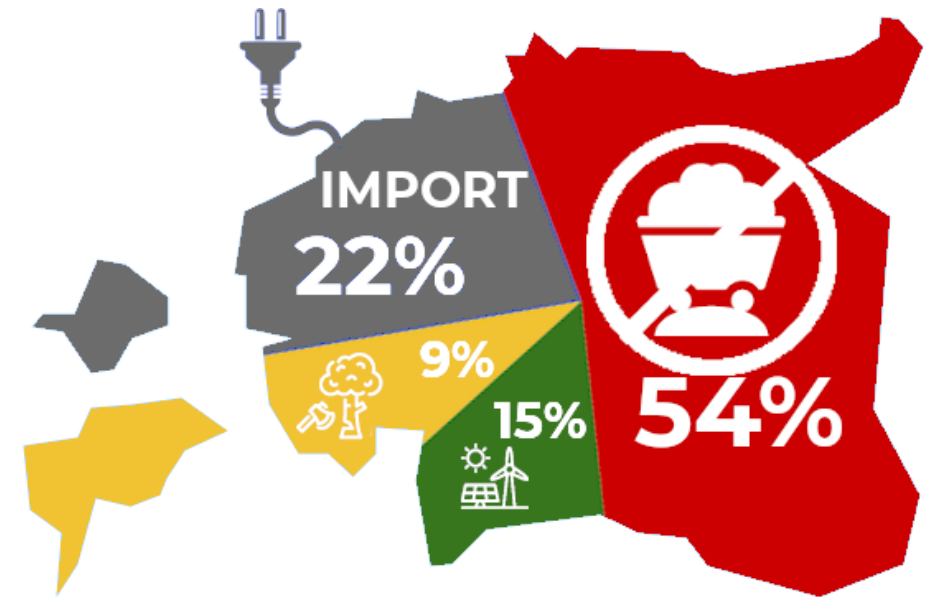
■ Biomass 150 MW
■ Maismaatuul 2900 MW
■ Meretuul 1000 MW
■ Päike 1500 MW

Tarbimine (keskmine)
+30% kasv

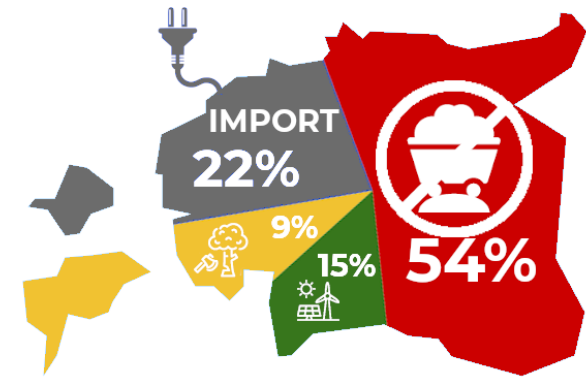


MIKS EESTI VAJAB TUUMAENERGIAT?

- Energia julgeolek
- Energia varustuskindlus
- Kõrgelt tasustatud töökohad
- Maksutulu riigile ja omavalitsustele
- Kliimaeesmärkide saavutamiseks (CO2 ja NetZero)
- Siseriiklik tootmine (import -> eksport)
- Reguleeritav ja puhas energia
- Kõrgtehnoloogiline hüpe Eesti energeetikas
- T&A – lisanduv teadus ja arendustegevus



Kuidas saavutada süsinikneutraalsus?



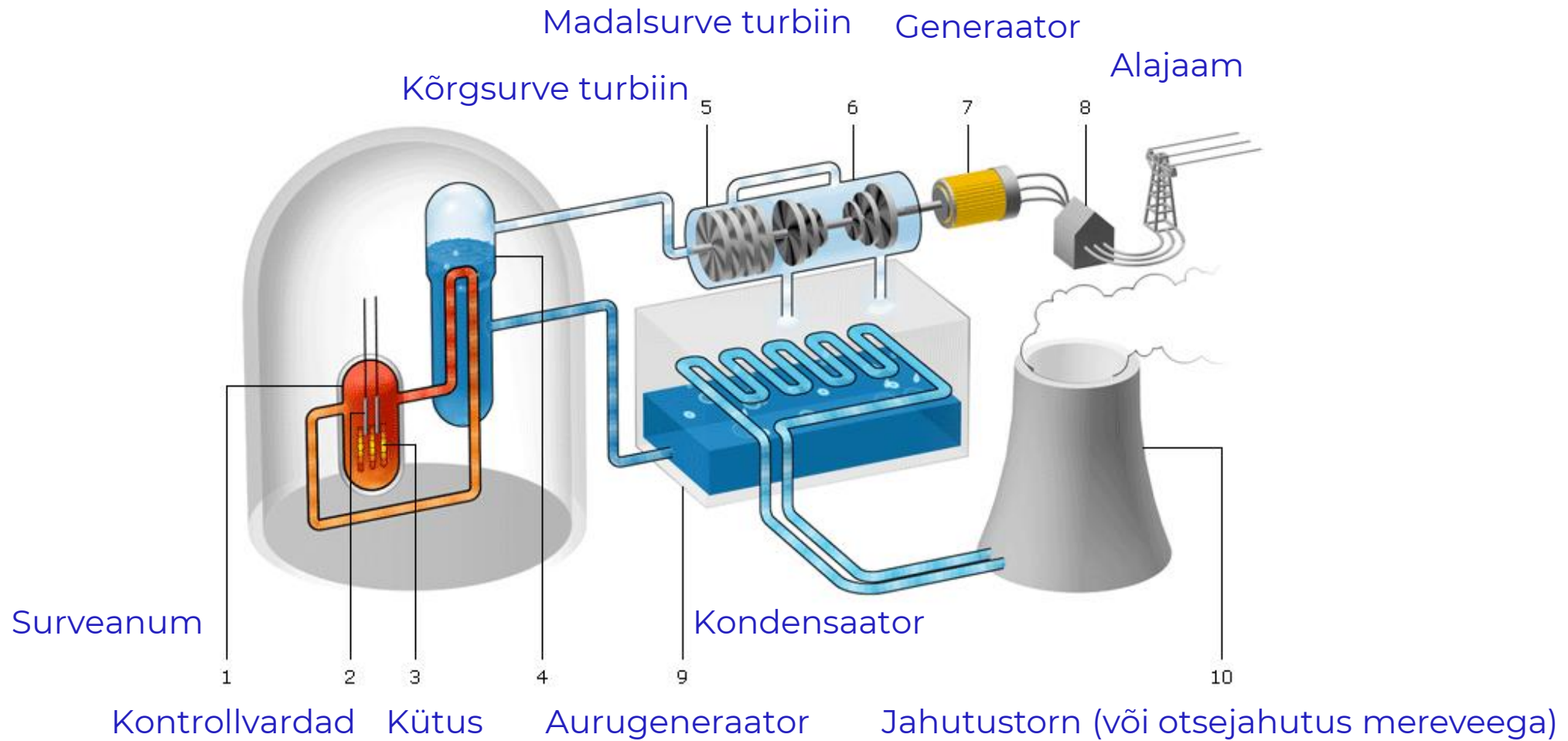
- **Import?** – Ei ole majanduslikult kasulik, ega sõltumatu
- **Gaas?** – Ei taga energiajulgeolekut, põletamine CO2 mahukas.
- **Biomass?** – Meile ei meeldi metsade põletamine. Põletamine on CO2 mahukas.
- **Taastuvad?** – Hüdrot ei ole. Päike/tuul vahelduvad ja pole siis kui vaja (talvel), suur lisakulu 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!**

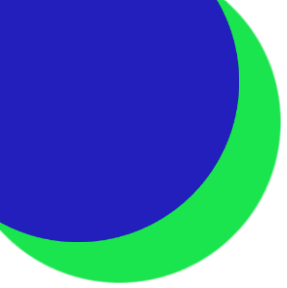


Kuidas tuumareaktor töötab?



Kuidas tuumajaam elektrit toodab?





Tehnoloogia valik

Tehnoloogiavaliku võitja: GE Hitachi BWRX-300

- Võttes arvesse hoolikalt seatud kriteeriume osutus Fermi Energia ja Eesti jaoks projektiarendusfaasi liikumiseks tugevaimaks kandidaadiks **GE Hitachi BWRX-300**.
- BWR
 - Keevaveereaktor (BWR) on levinud reaktoritehnoloogia (USAs, Jaapan, Euroopas)
 - 7 BWRi Soomes, Roots, Šveitsis
- GEH
 - Arendanud, ehitanud ja hooldanud 1950-ndatest
 - Kliendid Kanadas, USAs, Poolas
- BWRX-300 tehnoloogia
 - Passiivne töörežiim ja passiivne ohutus, US NRC kiitis heaks ESBWR
 - Komponentide ja kütuse tarneahel on olemas
 - Sellist jaama juba ehitatakse Kanadas, valmib 2028

1 - Reaktorihoone

2 - Reaktor

3 - Reaktorihoone kraana

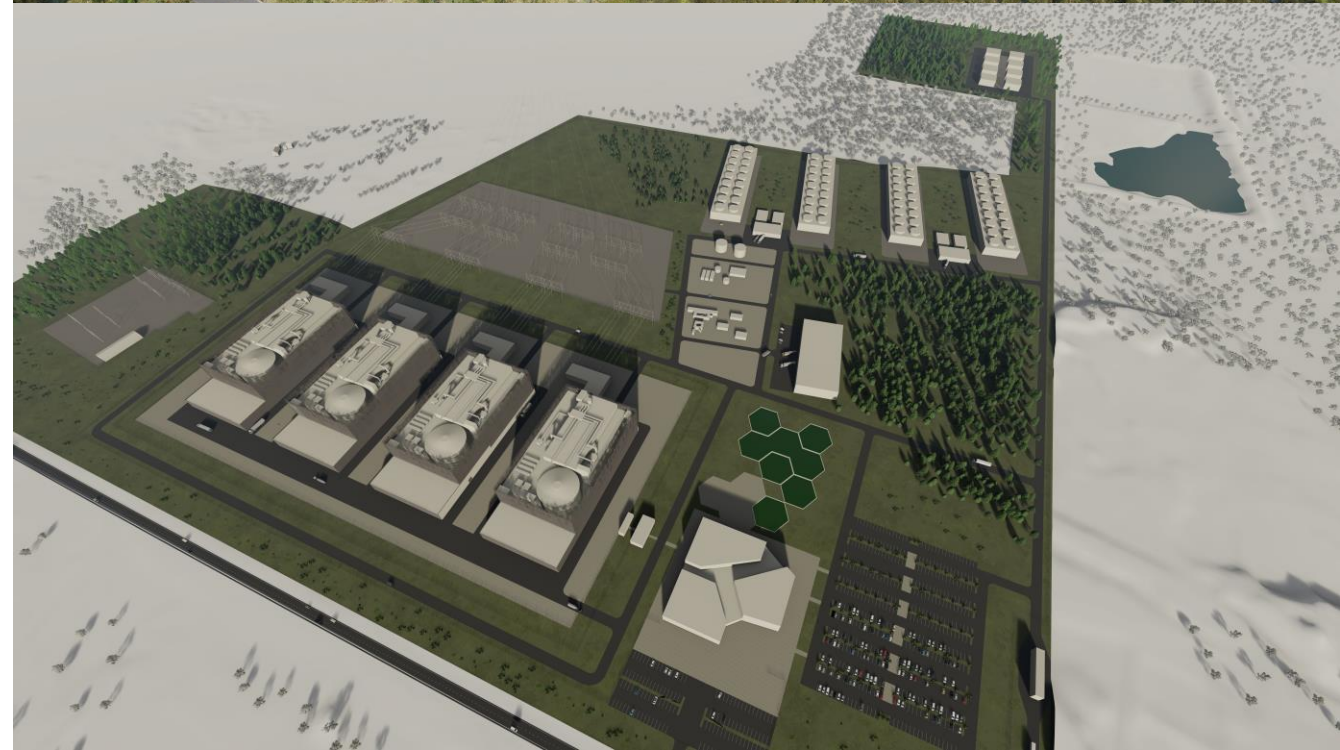
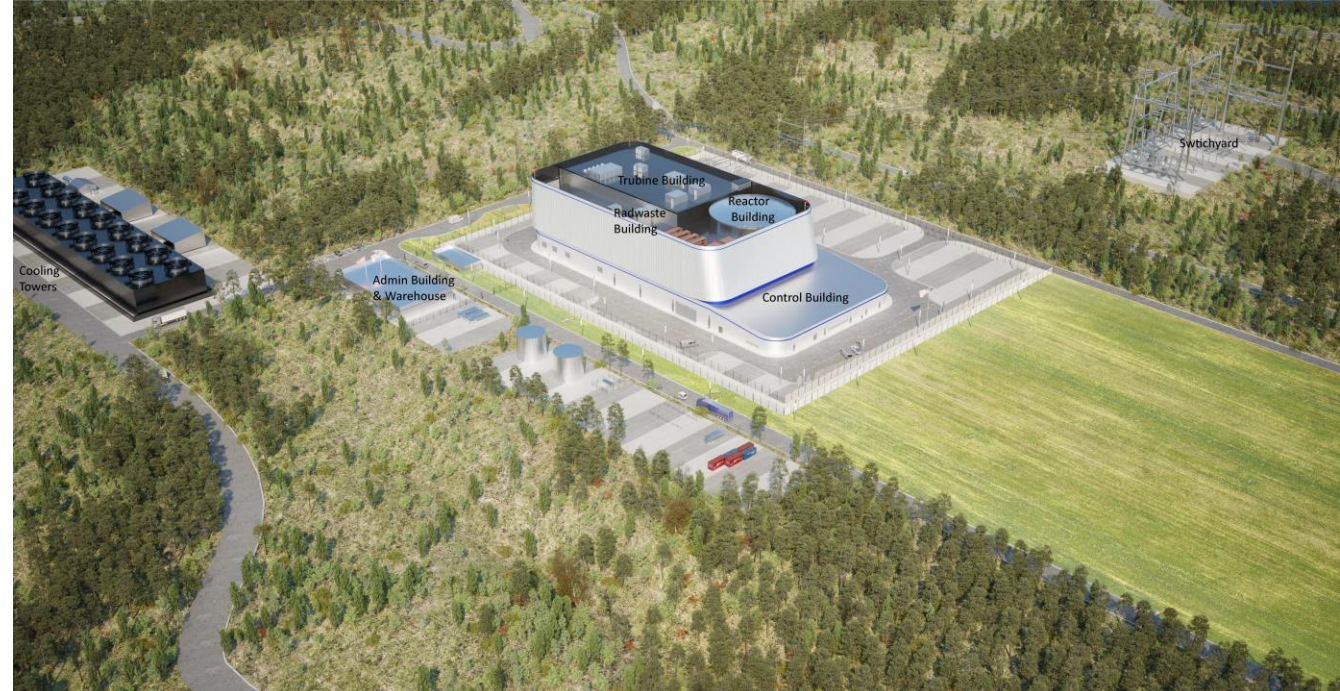
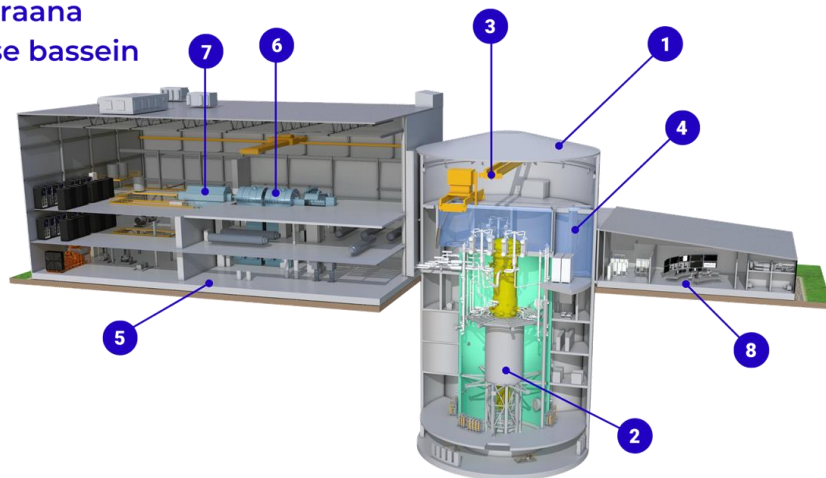
4 - Kasutatud kütuse bassein

5 - Turbiinihoone

6 - Turbiin

7 - Generaator

8 - Kontrollruum



Jahutustornid

Madalaktiivsete jäätmete hoidla

Ladu, töökoda

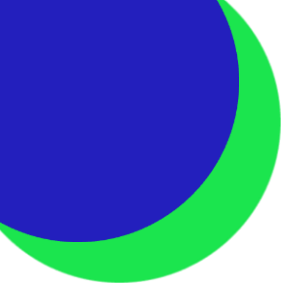
Jaotla

Kontor, koolituskeskus

Energiaplokk I

Energiaplokk II





Projekti ajakava



I FAAS
TUUMAENERGIA PROGRAMMIGA ALUSTAMISE
KAALUMINE

II FAAS
LEPINGUTE JA EHITUSPROJEKTI
ETTEVALMISTUS

III FAAS
JAAMA LOAMENETLUS JA EHITUS

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

Tuumaenergia
töörühma
lõpparuanne

Riigikogu teadlik
otsus tuumaenergia
kasutuselevõtu
võimaldamiseks

REP
I etapp
asukoha eelvalik

Tuumaenergia ja ohutus
seaduse väljatöötamine

Regulaatori
loomine ja
arendamine

Regulatsiooni väljatöötamine

REP
II etapp
asukoha kinnitamine

Ehitusloa menetlus

Ehituse järelevalve

Käidu
järelevalve

Kasutusloa
menetlus

Tehnoloogia
valik

Ehitusloa ettevalmistus,
projekteerimine

Ehitusloa taotlemine

Hanked, ehitus, testimine, kütuse laadimine

Kasutus

Maakasutusõigus

Lõplik investeerimisotsus

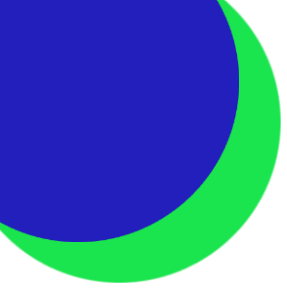
Eeltööd ja platsi
ettevalmistus

Kasutusloa
taotlus

Asukoha ettevalmistus Darlingtonis (referentsjaam)

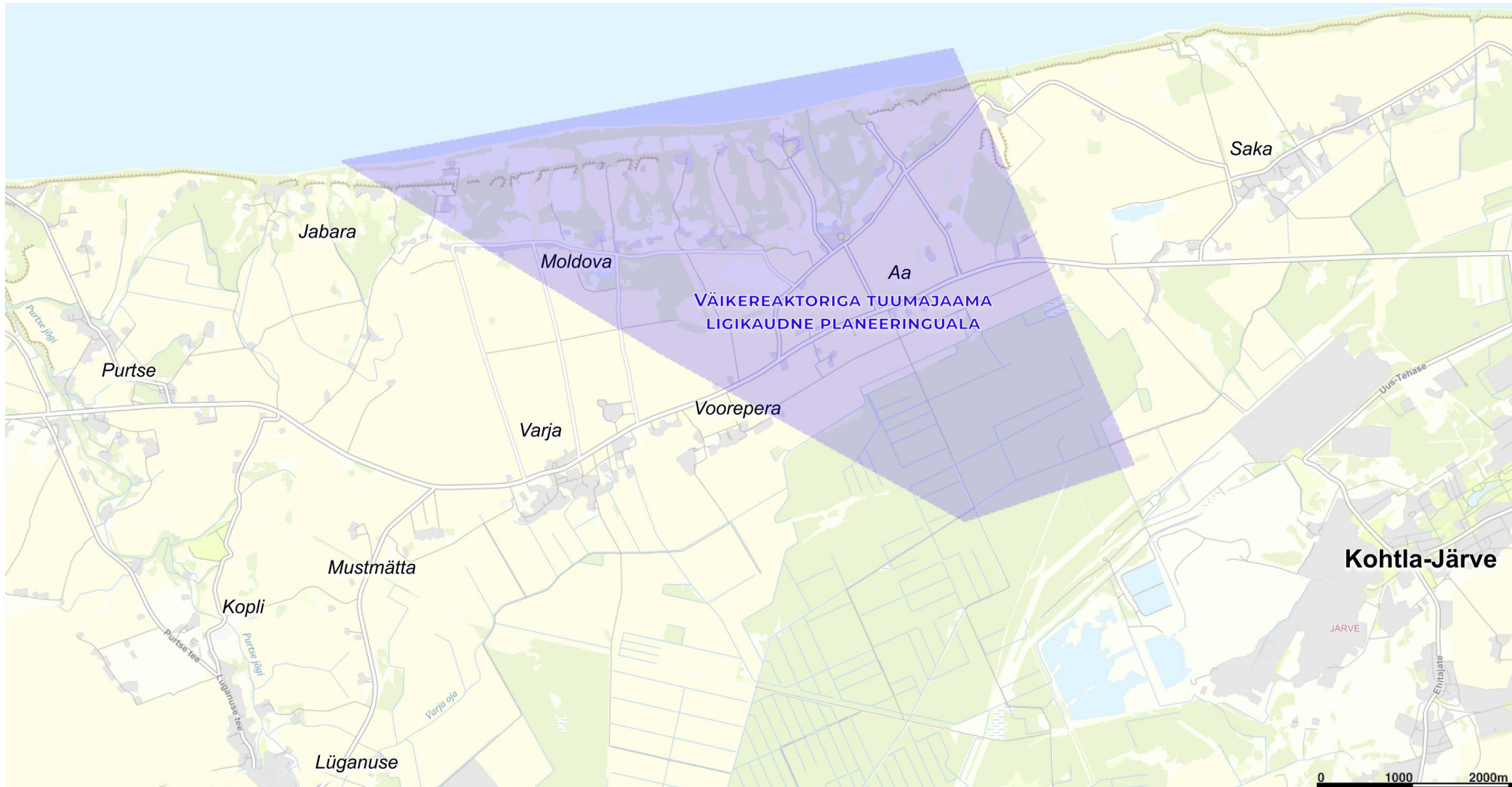


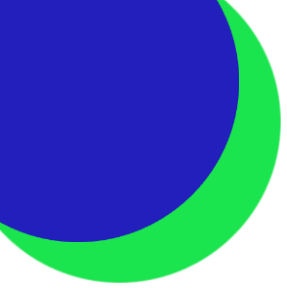




Asukohavalik

Võimalikud asukohad Lügänuuse vallas





Sotsiaalmajanduslikud mõjud

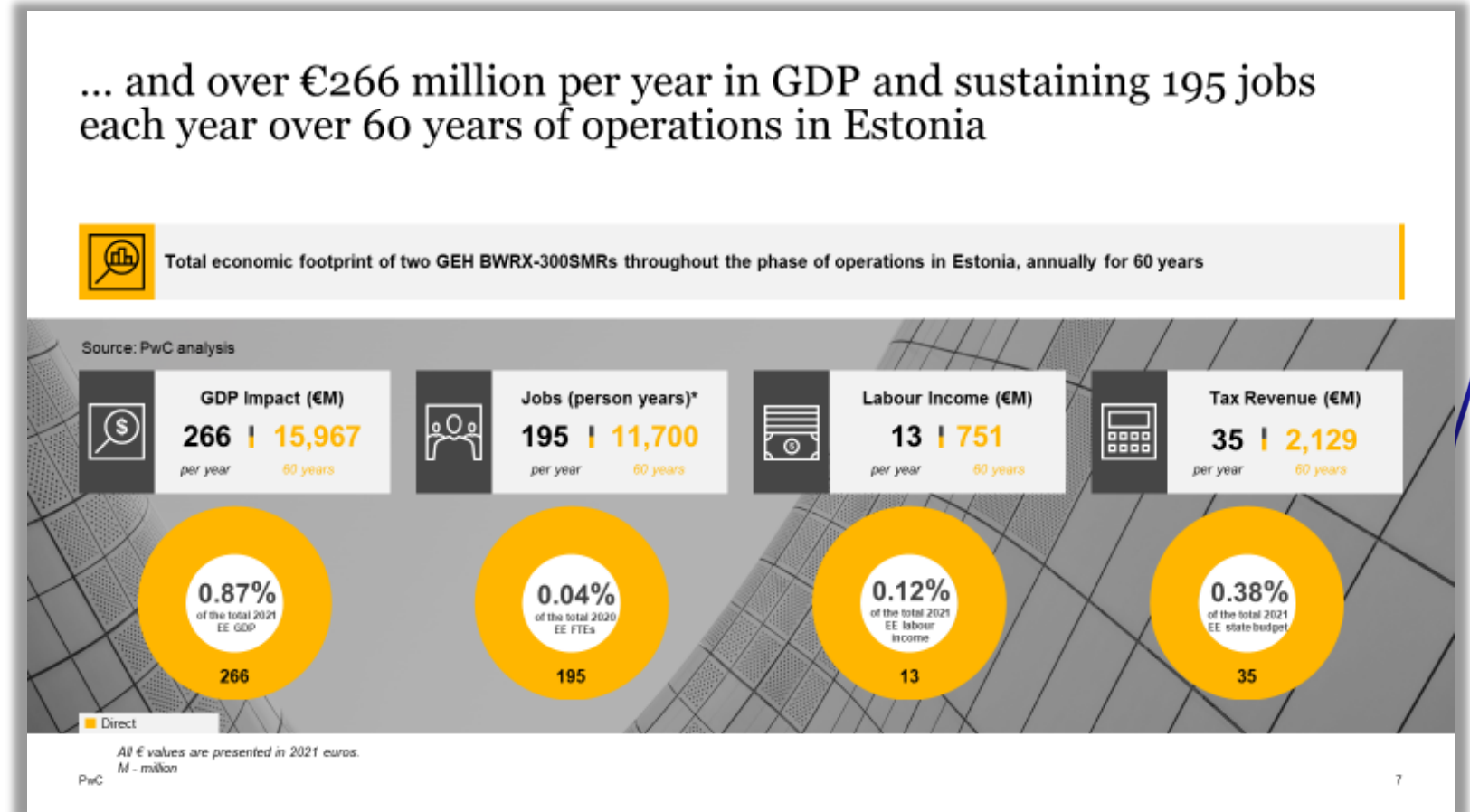
Projekti arendus- ja ehitusfaasis:

- 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 keskütte 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).

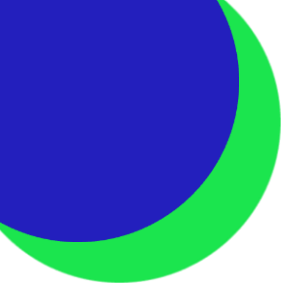
 Töötajate tulumaks ca 800 000 eurot aastas.

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

 Kaudsed töökohad: ehitusperioodil 110 ja opereerimisperioodil 63.



Lõplik kasu KOVidele selgub KOVidega läbirääkimiste käigus.

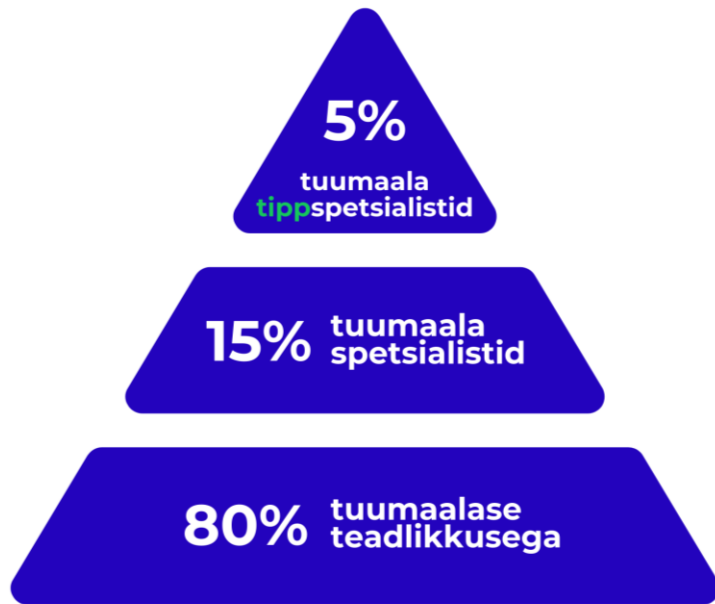


Inimesed, töökohad

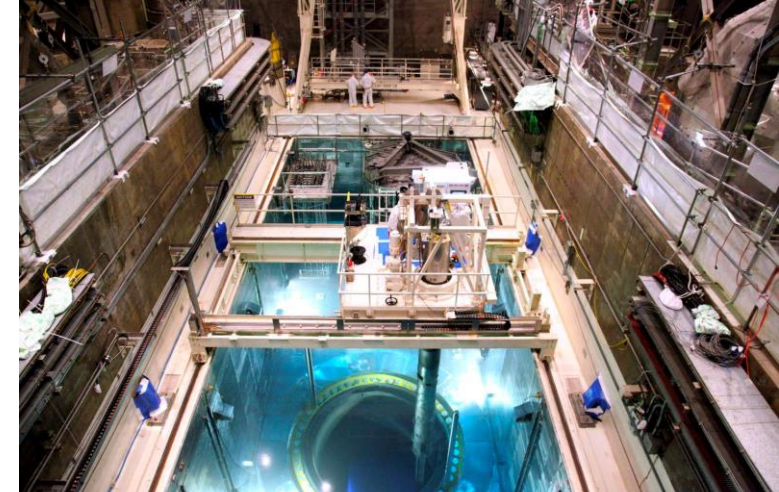


Millised töökohad?

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 nucleareurope 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

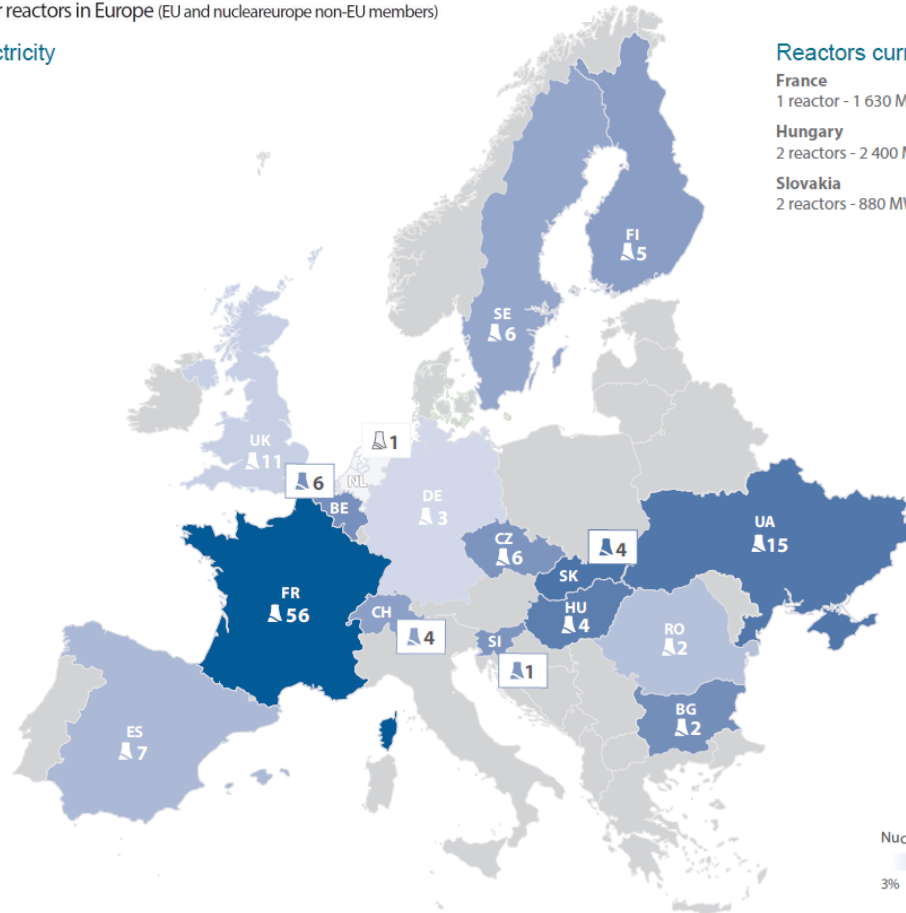
22% Spain
7 reactors - 7 121 MW

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



Reactors currently under construction

France
1 reactor - 1 630 MW

UK
2 reactors - 3 260 MW

Hungary
2 reactors - 2 400 MW

Slovakia
2 reactors - 880 MW

Ukraine
2 reactors - 2 070 MW

© nucleareurope - Source: PRIS 2022

nucleareurope



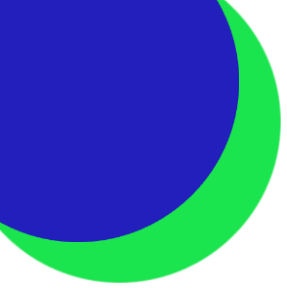
Euroopa tuumatööstus annab tööd ca 1,3 miljonile inimesele

Aatomiku teabetuba ootab huvilisi

- Tuumaenergia teabetuba Kunda tsemendimuuseumis ootab huvilisi, kooligruppe, töökollektiivie, sõpruskondi jne.
- **Põnevat avastamist jagub kõigile!**

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

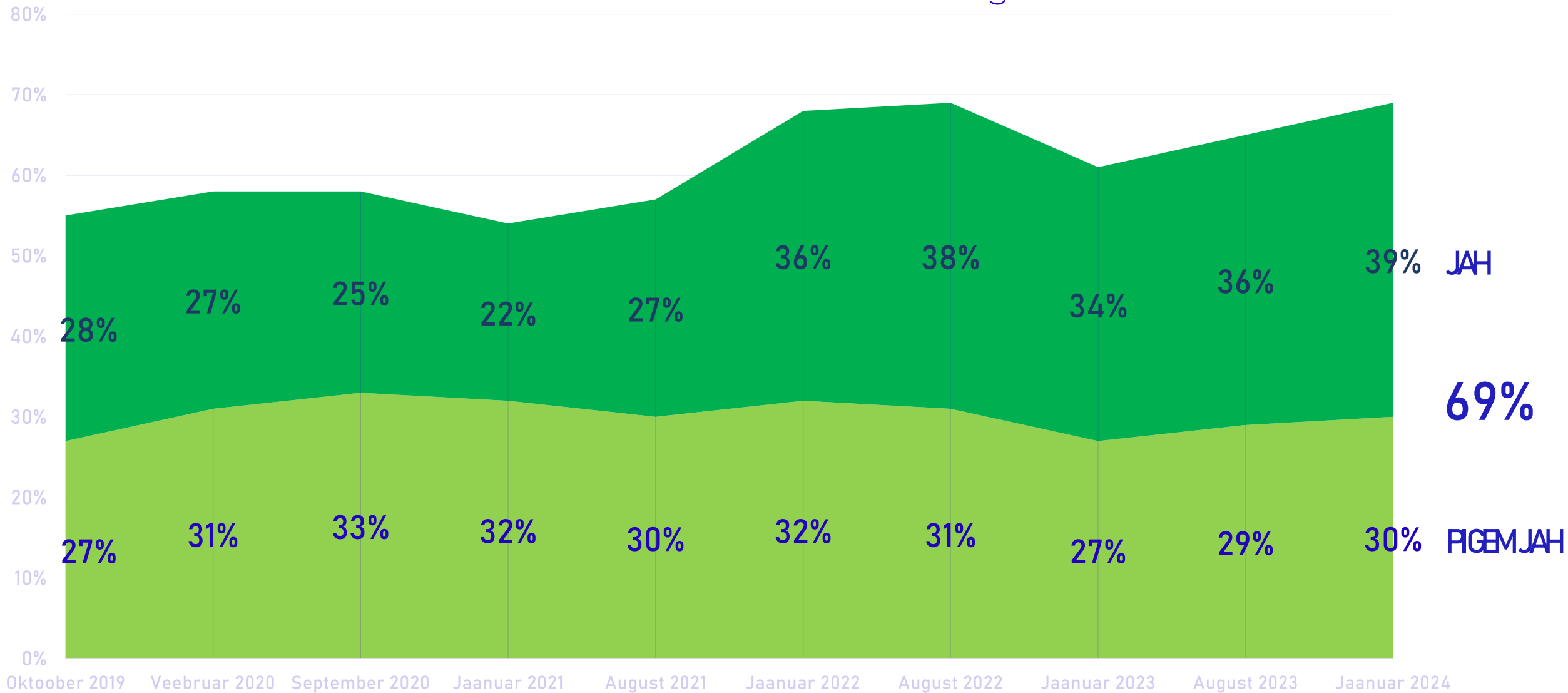




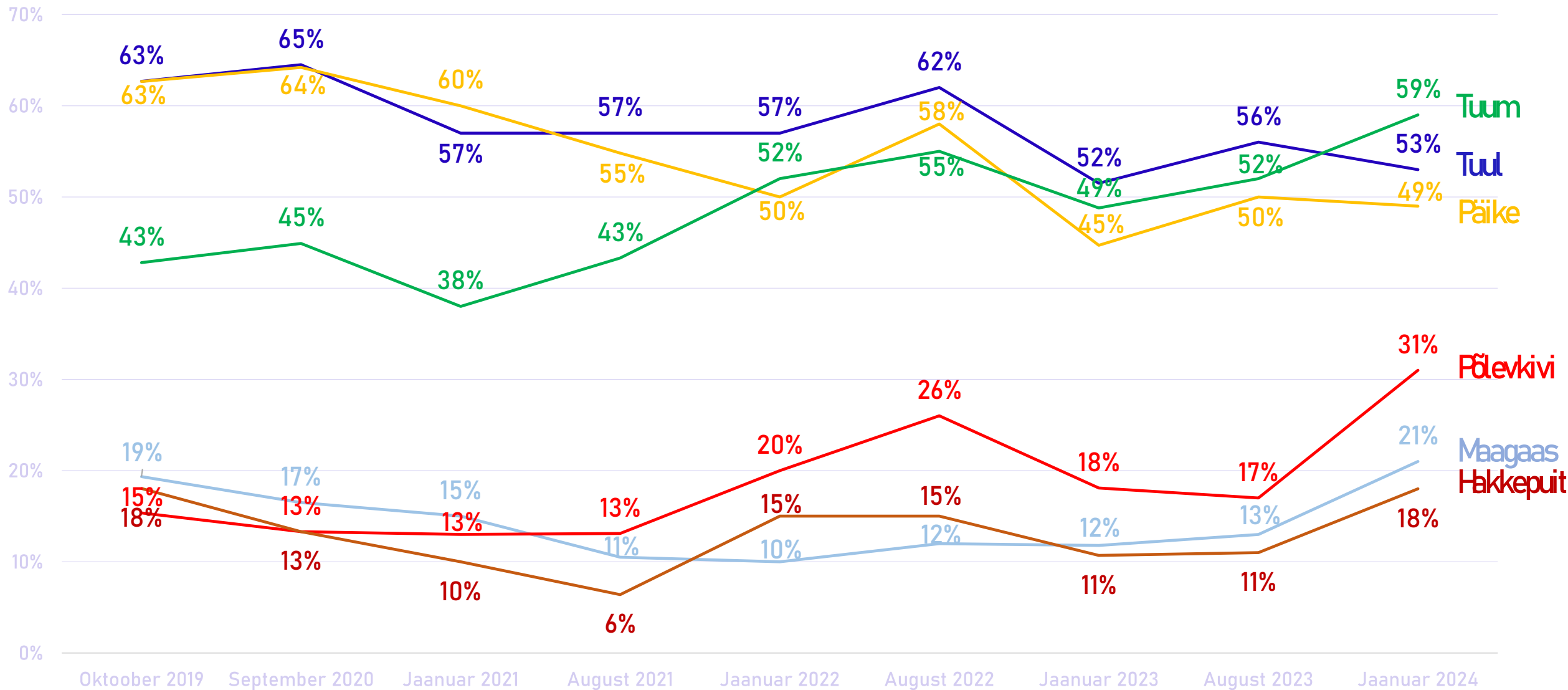
Mida rahvas arvab?

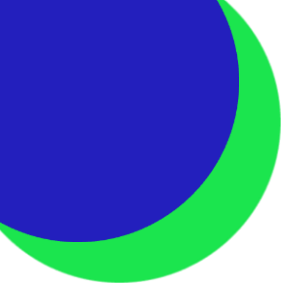


Kas pooldate uue põlvkonna väikese tuumajaama kasutamise kaalumist Eesti elektri varustuskindlustuse tagamiseks?



Millist elektri tootmise liigi arendamist Eestis pooldate, arvestades põlevkivist elektri tootmise vähendamise





Meist



FERMI.



ASUTAJAD

Sandor Liive M.B.A.
nõukogu esimees

Kaspar Kõöp Ph.D.
ohutusjuht

Kalev Kallemets Ph.D.
juhatuse esimees

Merja Pukari Ph.D.
kütusetsükli juht

Henri Ormus M.Sc.
juhatuse liige

Mait Müntel Ph.D.
nõukogu liige

Marti Jeltsov Ph.D.
tehnoloogijuht



MEESKOND

Albert Kopjev M.Sc.
ehitusinsener

Liis Krigul
virumaa teavitusjuht

Albert Rice
tuumainsener

Helen Cook Ph.D.
tuumaõiguse partner

Allan Vragar M.Sc.
soojustehnika insener

Ivar Kurvits Ph.D.
õigusnõunik

Andrei Goronovski M.Sc.
neutronika insener

Mihkel Loide M.A.
teavitusjuht

Andres Ingerman
kommunikatsioonispetsialist

Peter Treialt M.B.A.
finantsjuht

Anet Marii Paumets
tehniline koordinaator

Rainer Küngas Ph.D.
vesiniku ekspert

Anu Koppel M.Sc.
tarneahela juht

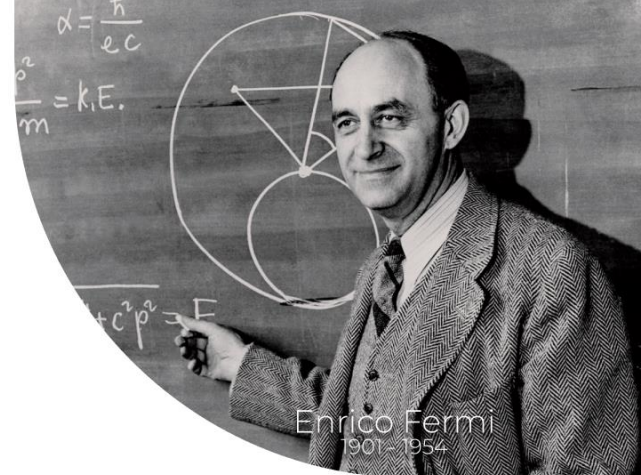
Teet Nurmeoja M.Sc.
programmijuht

Diana Revjako M.Sc.
juhatuse liige, planeering

Urmus Voit
müügijuht

Keiju Marmor
büroojuht

PARTNERID



OSANIKUD

Asutajad ja Eesti ettevõtjad

VATTENFALL 

1,5 mln. euro

FUNDERBEAM

TRACTEBEL



1 281 investorit

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

NÕUKOGU

Sandor Liive M.B.A.
nõukogu esimees

Ando Leppiman Ph.D.
nõukogu liige

Mait Müntel Ph.D.
nõukogu liige

Björn Linde
nõukogu liige (Vattenfall)

Meil on kindel plaan: viia Eesti energeetika 21 sajandisse!



Andrei Goronovski
tuumainsener



Andres Ingerman
loovjuht



Anet Marii Paumets
tehniline koordinaator



Anu Koppel
tarneahela juht



Diana Revjako
juhatuse liige, planeering



Helen Cook Ph.D.
tuumaõiguse partner



Henri Ormus
juhatuse liige, HR



Ivar Kurvits Ph. D.
õigusnõunik



Kalev Kall mets Ph.D.
juhatuse esimees



Kaspar Kööp Ph.D.
ohutusjuht



Liis Krigul
virumaa teavitusjuht



Marti Jeltsov Ph.D.
juhatuse liige, 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
müügijuht

Nõukogu



Sandor Liive
nõukogu esimees



Mait Müntel Ph.D.
nõukogu liige



Ando Leppiman Ph.D.
nõukogu liige



Björn Linde
nõukogu liige (Vattenfall)

Aitäh! Küsimused?

