

Tuumajaama mõju kliimasoojenemisele, keskkonnale ja energeetika jalajälg

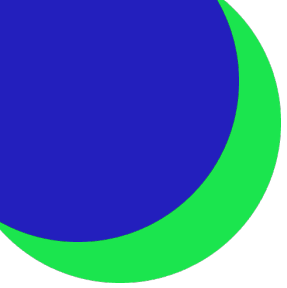
Diana Revjako

Fermi Energia AS | 2024-07-29 | Fermioni suvekool

Minust

- *Töökogemus*
- 10 aastat kogemust Viru Keemia Grupp keskkonnajuhina
- 3 aastat kogemust Viru Keemia Grupp protsessijuhina
- 3 aastat kogemust ärijuhina ringmajanduseettevõttes Ragn-Sells AS-s
- 5 aastat lean juhtimise ja digitliseerimise konsultandi kogemust (VKG, Telia, Maxima, Ragn-Sells, Schenker, Saku Metal, Brinks Baltics, Roofit Solar Energy OÜ jne)
- *Haridus*
- TalTec tööstusökoloogia magister
- EBS ettevõtlus ja ärijuhtimise magister

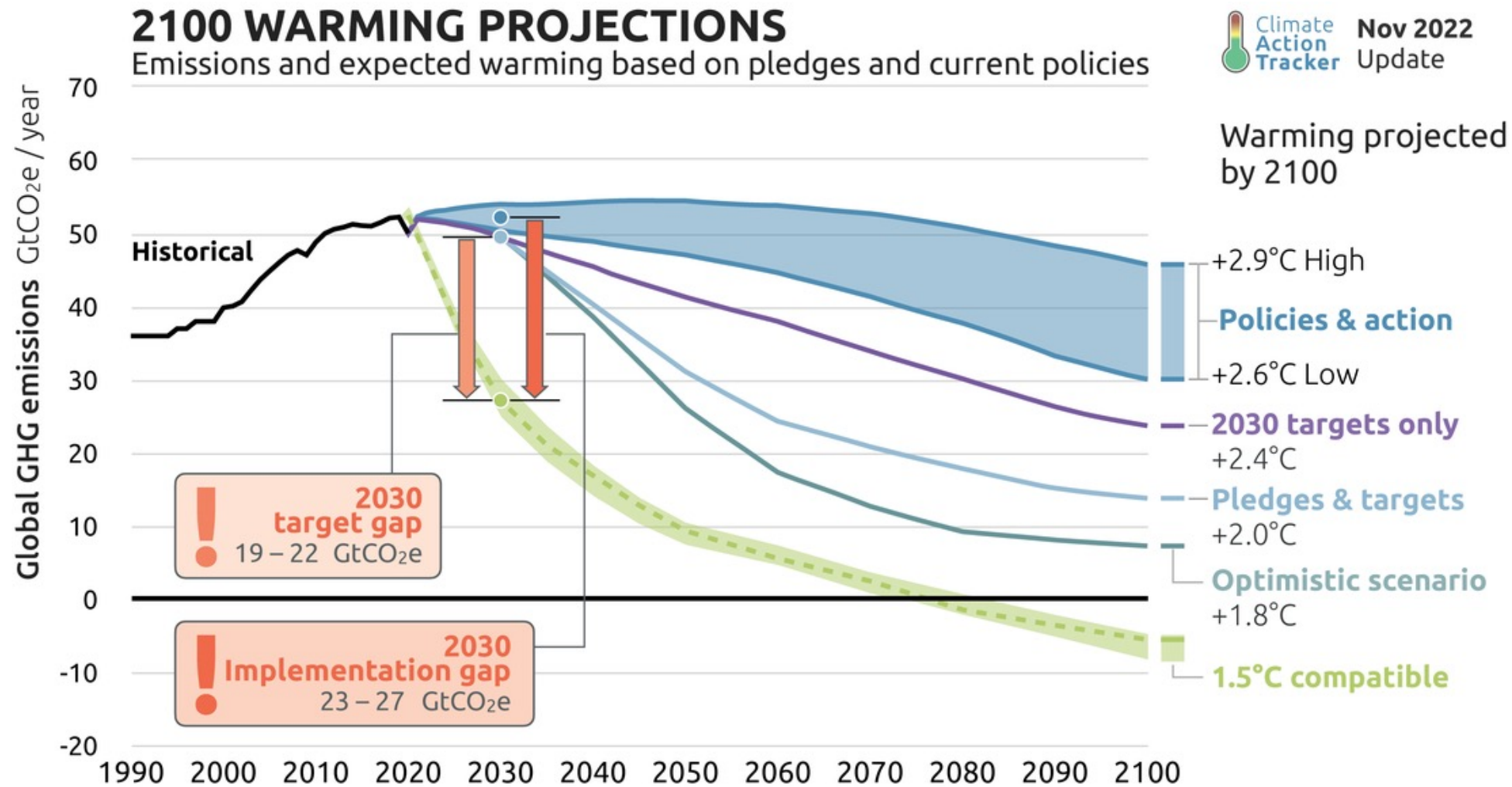




Kliima soojenemine ja seda mõjutavad tegurid

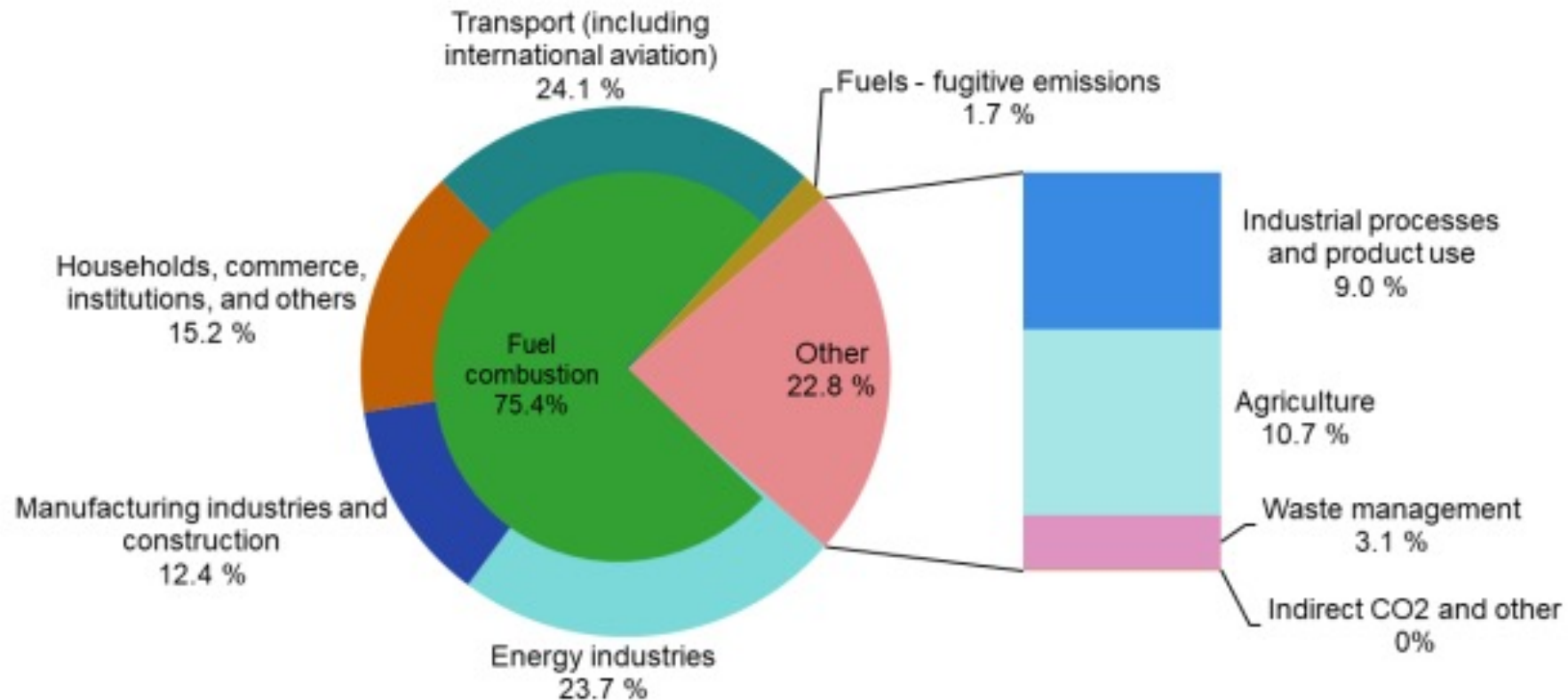


Kasvuhoonegaaside emissioonid ja kliima soojenemine



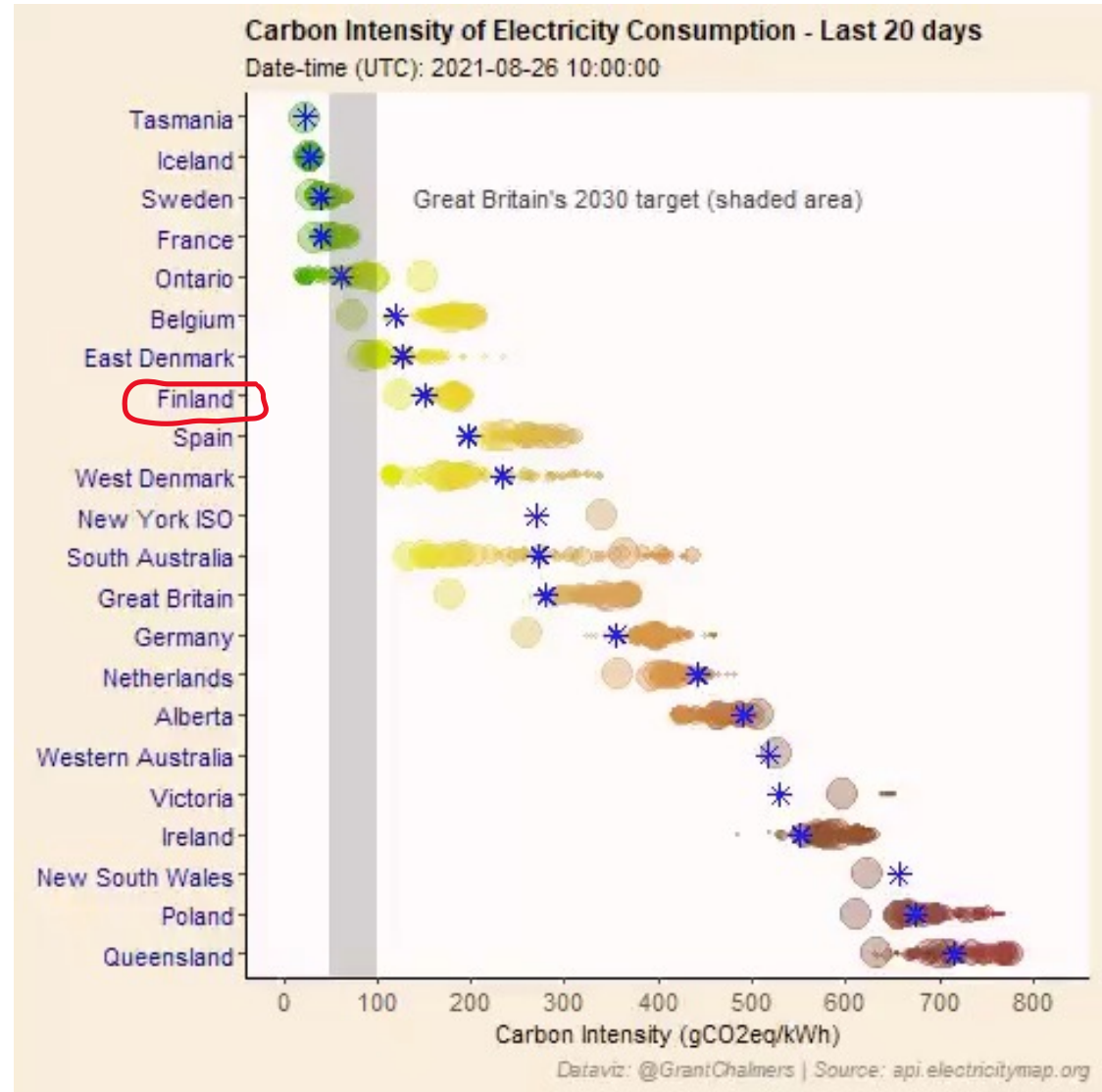
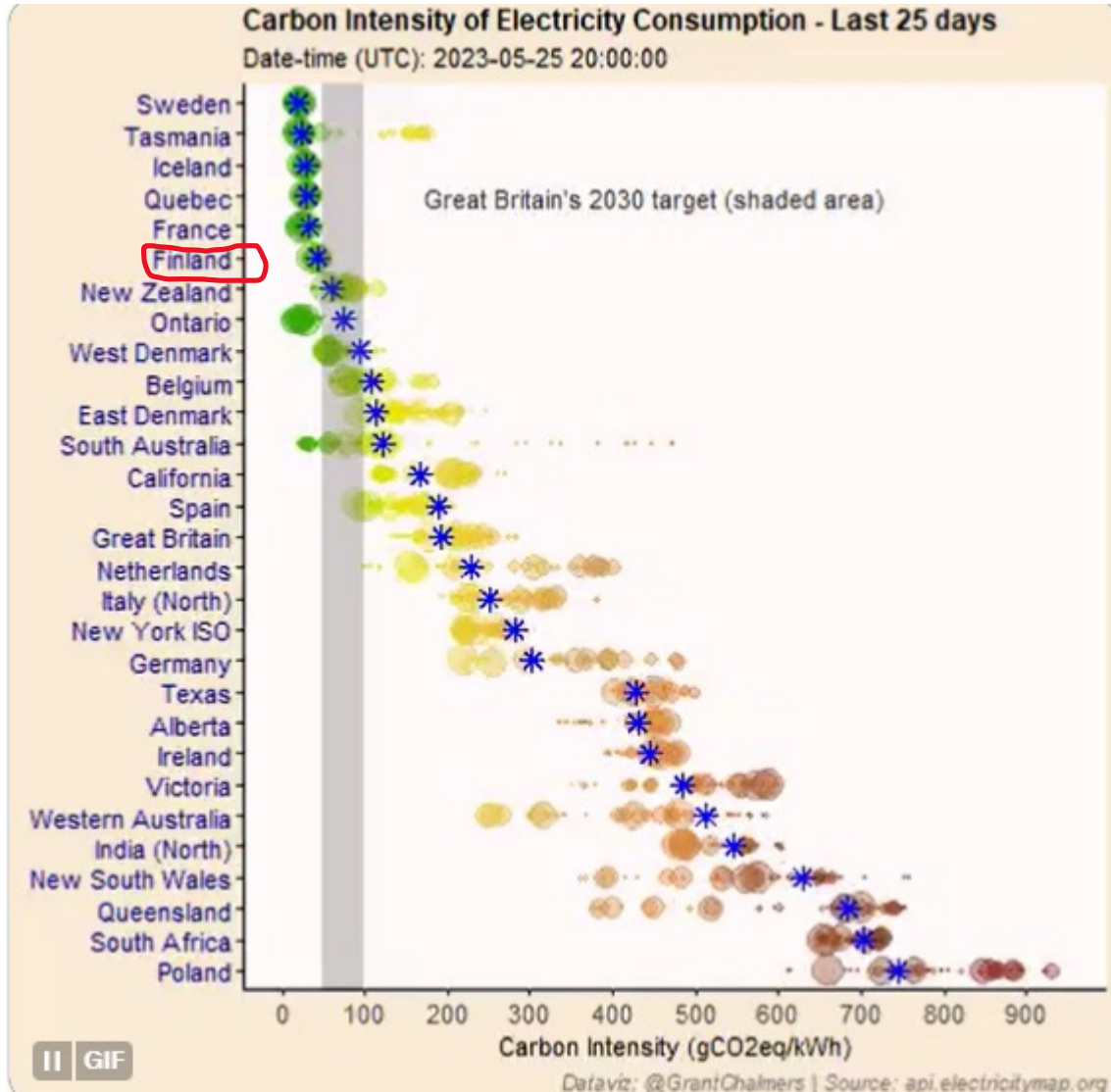
Kasvuhooonegaaside heide sektorite kaupa

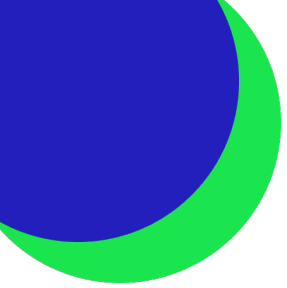
Greenhouse gas emissions by source sector, EU, 2021



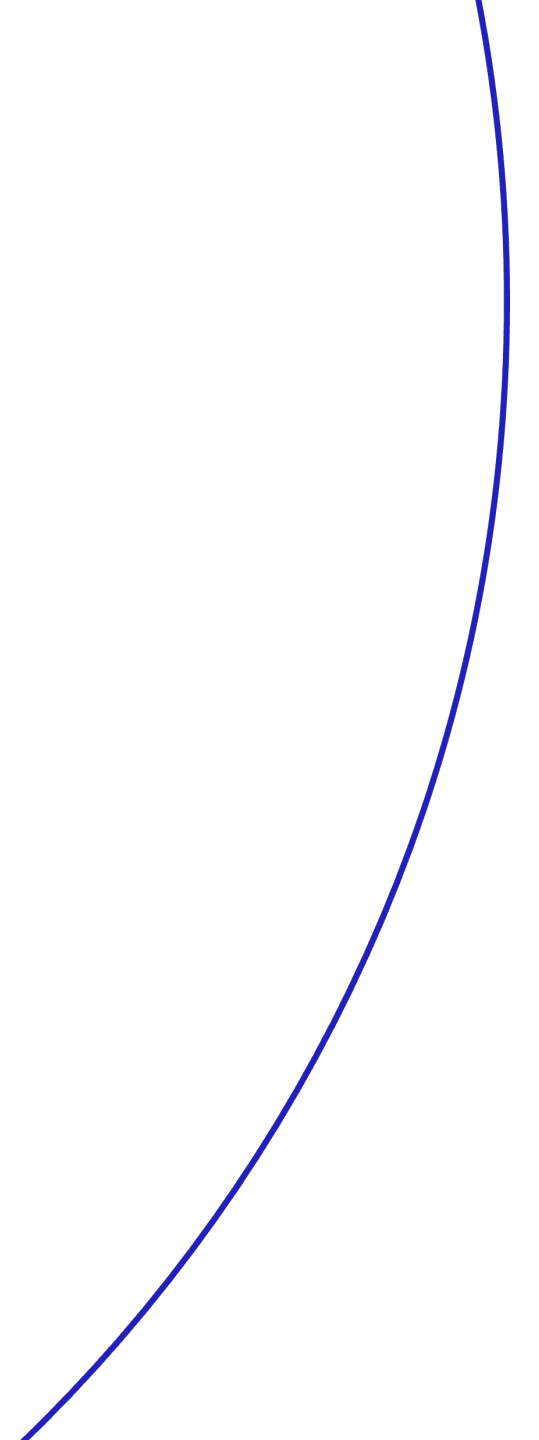
Source: EEA, republished by Eurostat (online data code: env_air_gge)

Tuumaenergia võimaldab dekarboniseerimist

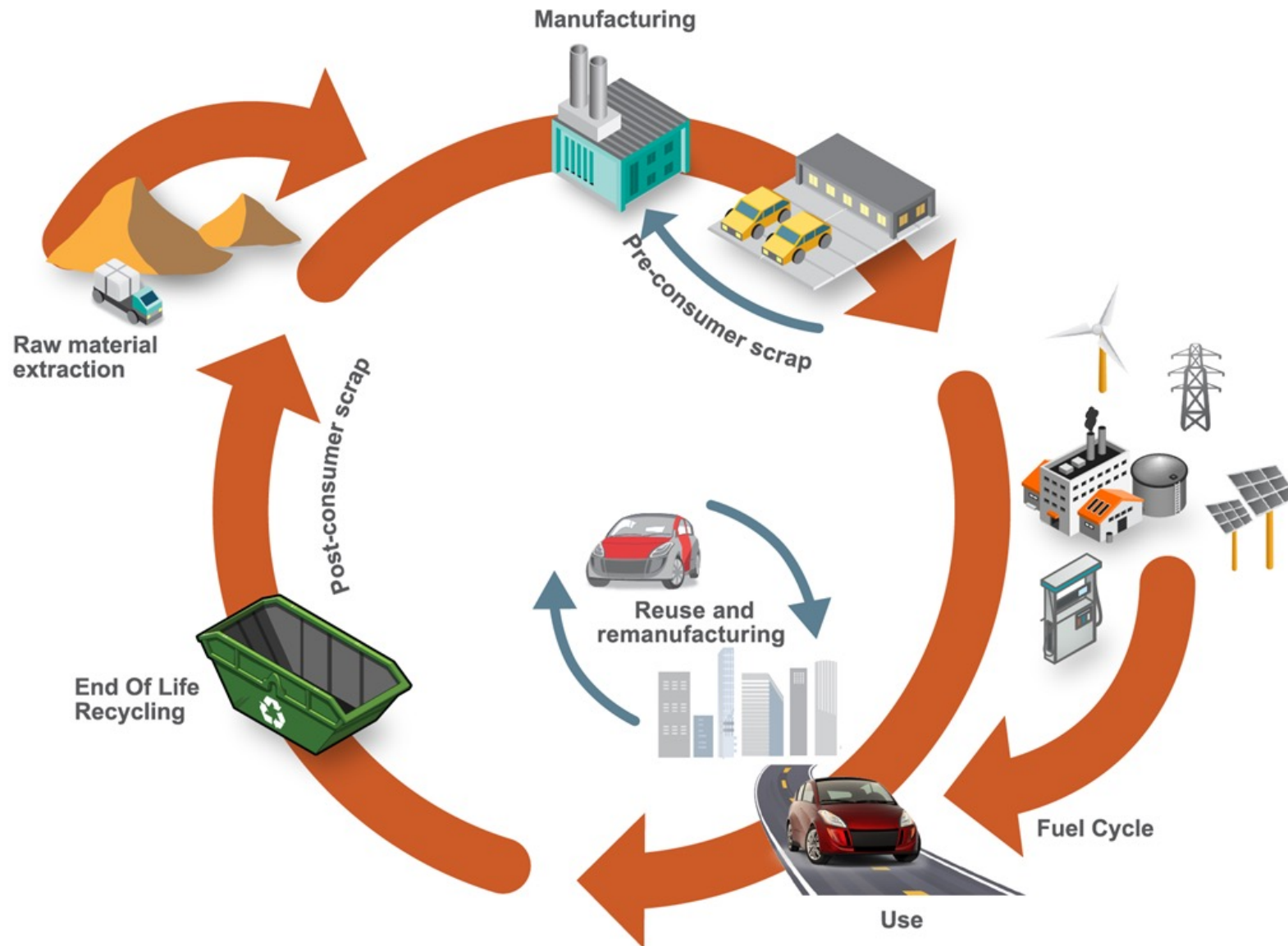




Energeetika jalajälg

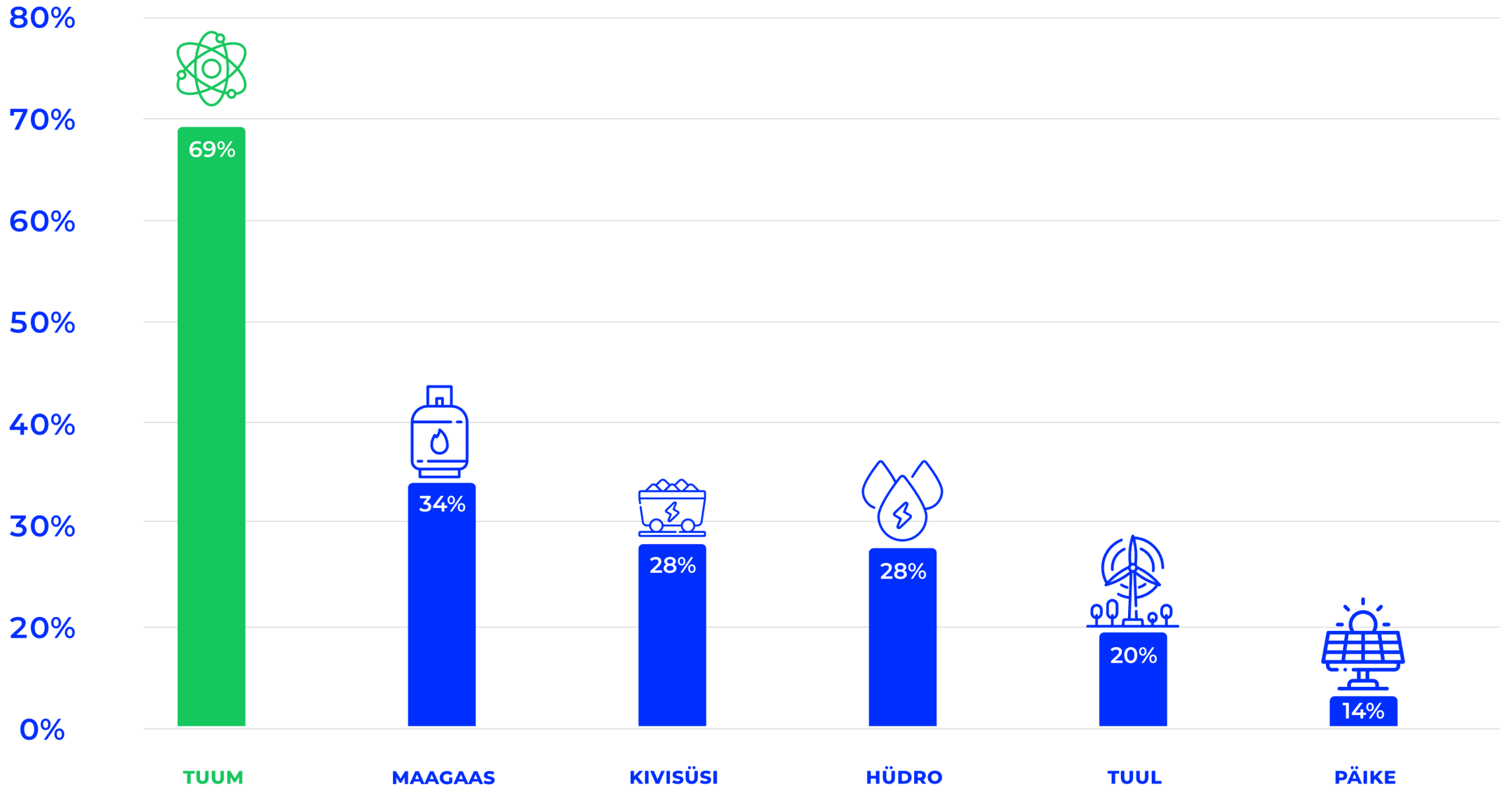


Jäälajälje hindamine

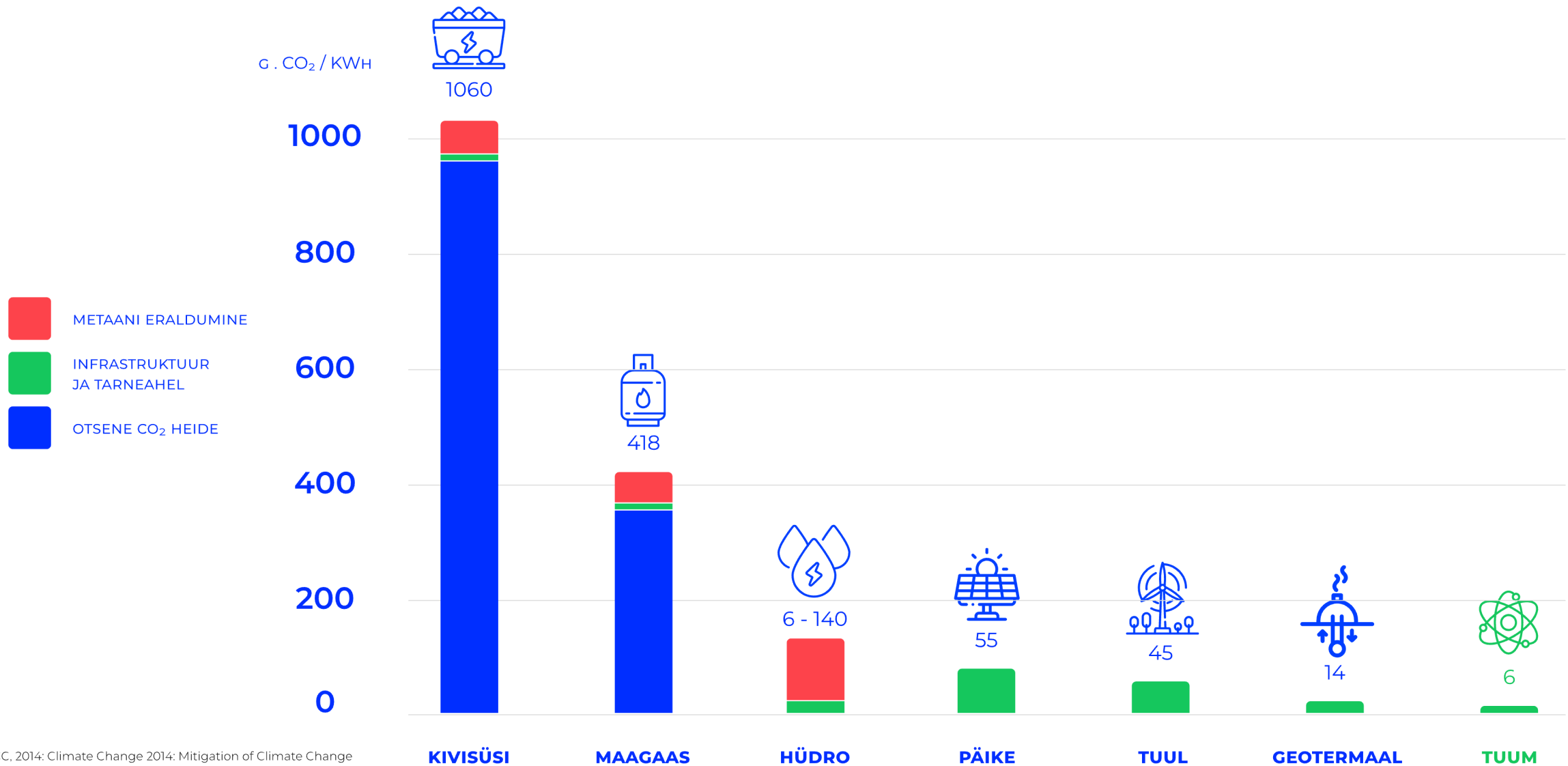


KASUTEGUR

Potentsiaal- vs reaalne tootmismahht

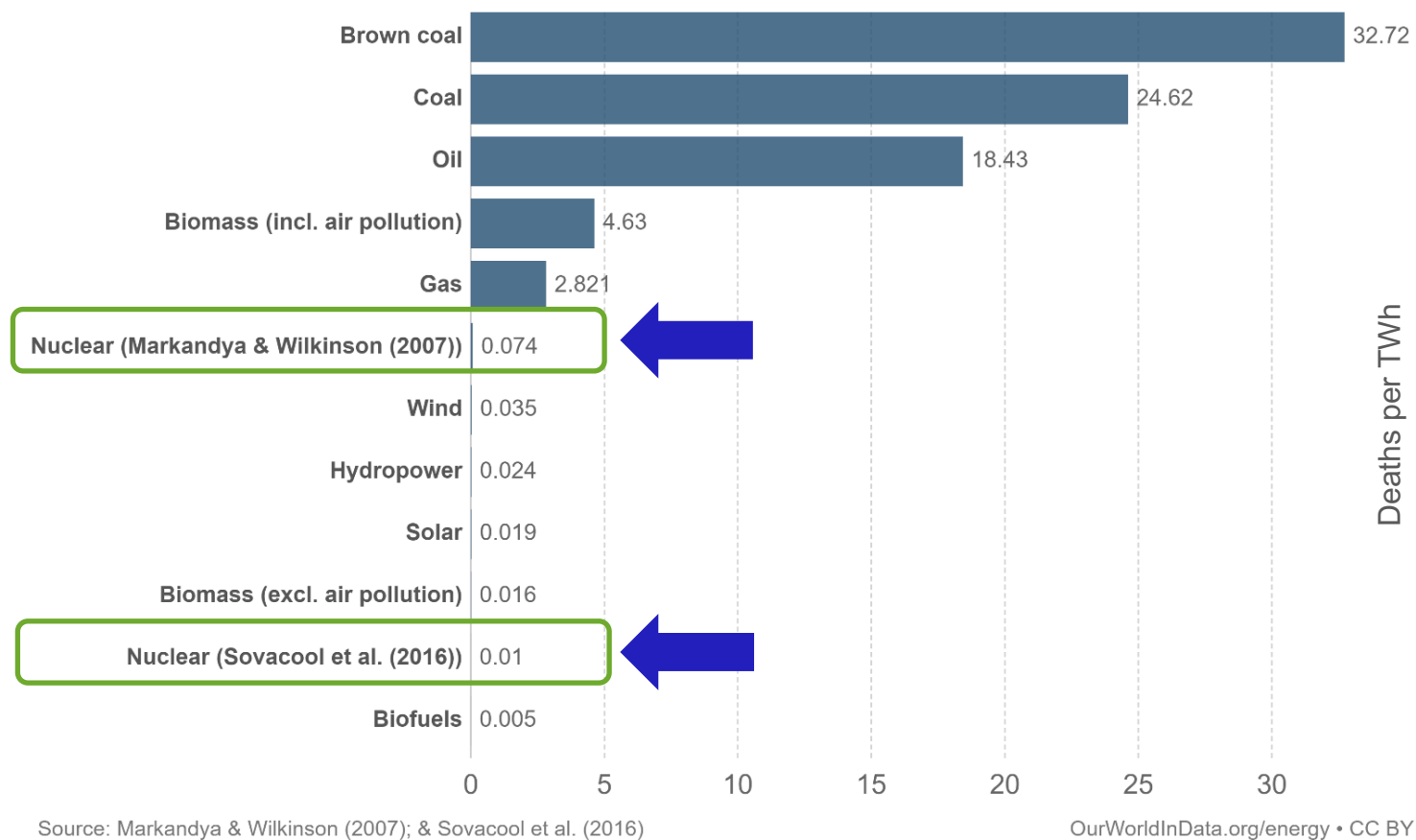


Tuumaenergia CO2 heitkogus toodetud kWh kohta on üks madalaimaid



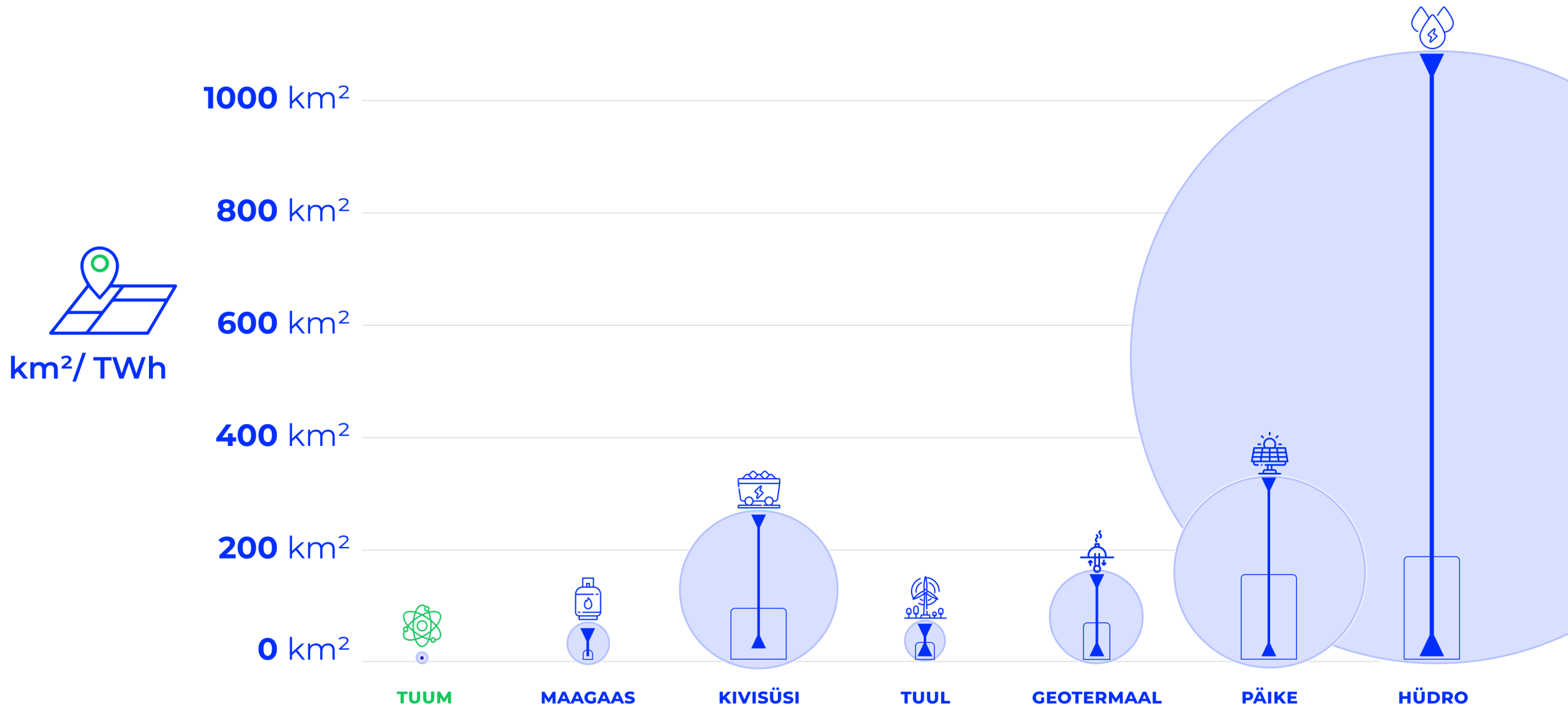
Tuumaenergia on üks ohutumaid energia tootmise viise

Surmade arv toodetud TWh energia kohta on üks väiksemaid.



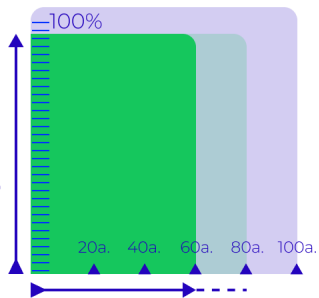
Erinevate energiaallikate põhjustatud suremuse määr õhusaaste ja õnnetuste tagajärjel

ENERGIA JALAJÄLG



TUUM

kasutustegur
90%



eluiga
60 - 80a.

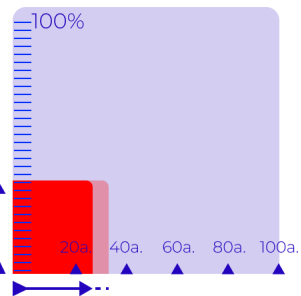
Tuumaenergia
3,36 km²



1 000 MWh toodetud elektrienergia jaoks läheb vaja pindala

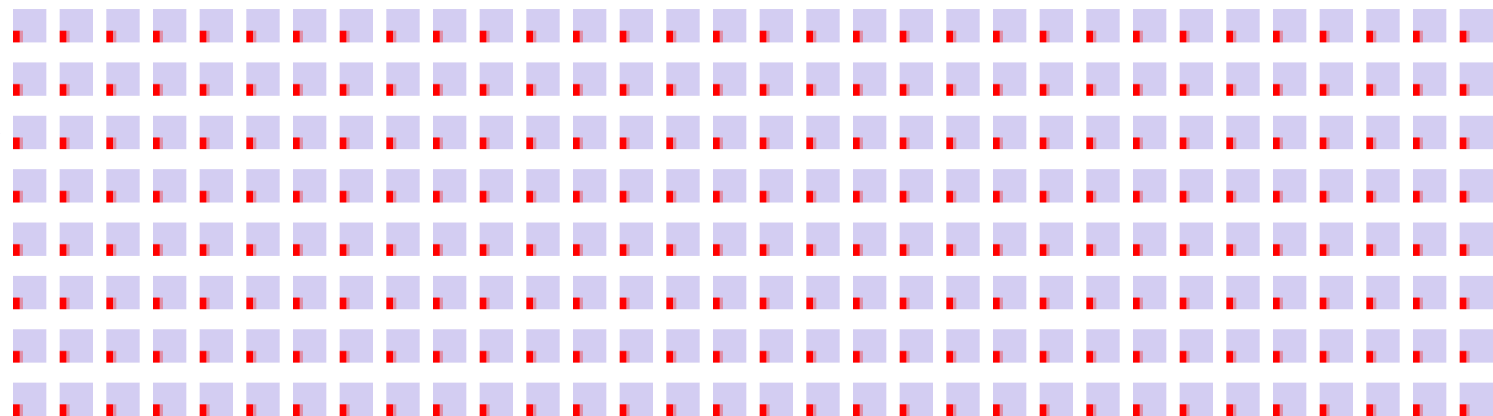
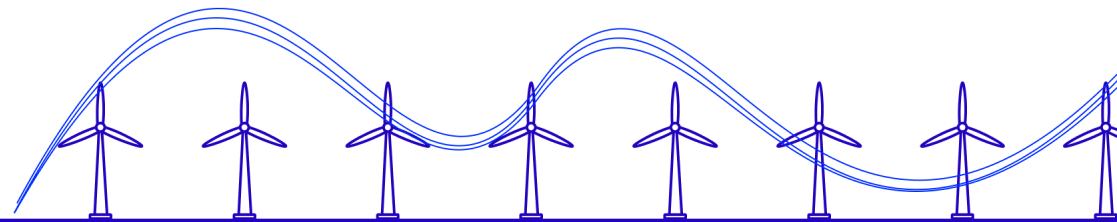
TUUL

kasutustegur
35%



eluiga
25 - 35a.

Tuuleenergia
673 - 932 km²



Hiina Taihang mägedes olev päikesefarm – 434 MW võimsus, 1133 ha maad (töötab max 20% ajast)

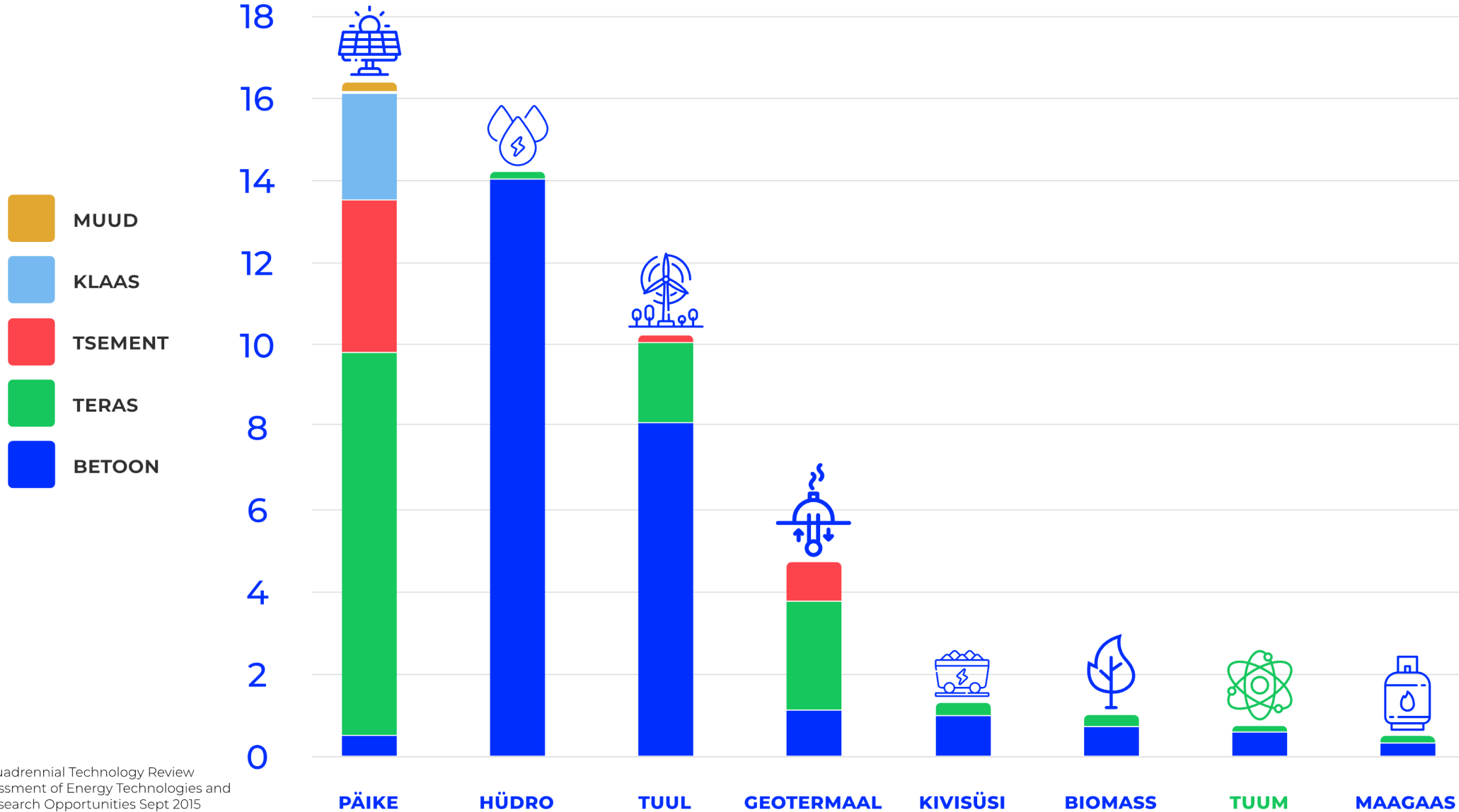


Fermi Energia 2 tuumareaktorit – 600 MW, 60 ha (töötab 96% ajast)



MATERJALIDE VAJADUS

1000 tonni / TWh



EHITUSES KASUTATAVAD METALLID



MOLÜBDEEN



TSINK



VASK

8 000
kg/MW



MANGAAN



NIKKEL



KROOM

TUUL 
 eluiga 25 - 35a.



TUUM 
 eluiga 60 - 80a.



109
kg/MW

MOLÜBDEEN

239
kg/MW

HARULDASED
MULDMETALLID

240
kg/MW

NIKKEL

525
kg/MW

KROOM

790
kg/MW

MANGAAN

5 500
kg/MW

TSINK

VASK



AKUD

71
kg/MW

MOLÜBDEEN

148
kg/MW

MANGAAN

1 297
kg/MW

NIKKEL

1 473
kg/MW

VASK

2 190
kg/MW

KROOM

URAAN

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.

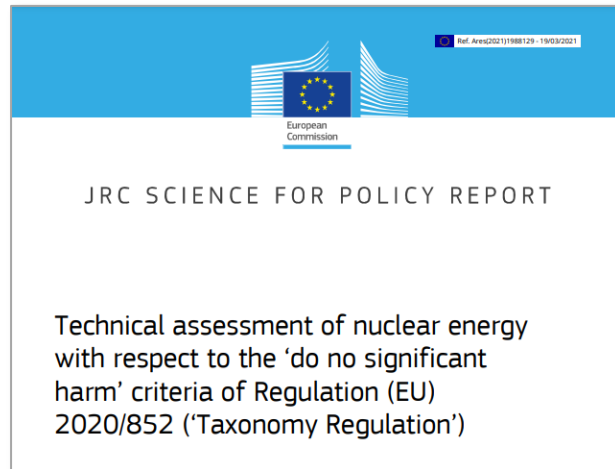
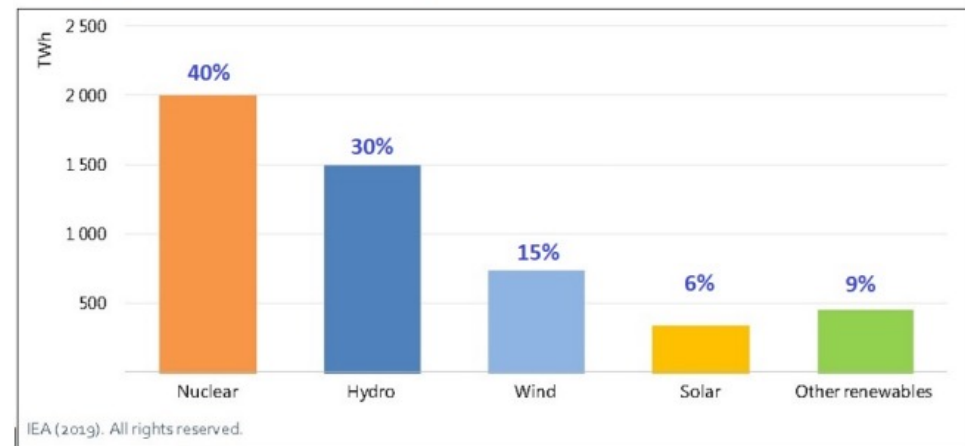
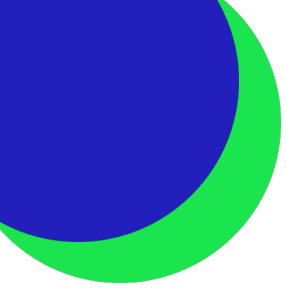


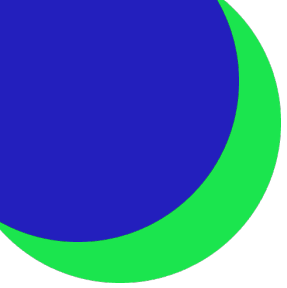
Figure 3.2-2. Low carbon electricity generation in advanced¹⁹ economies by source in 2018



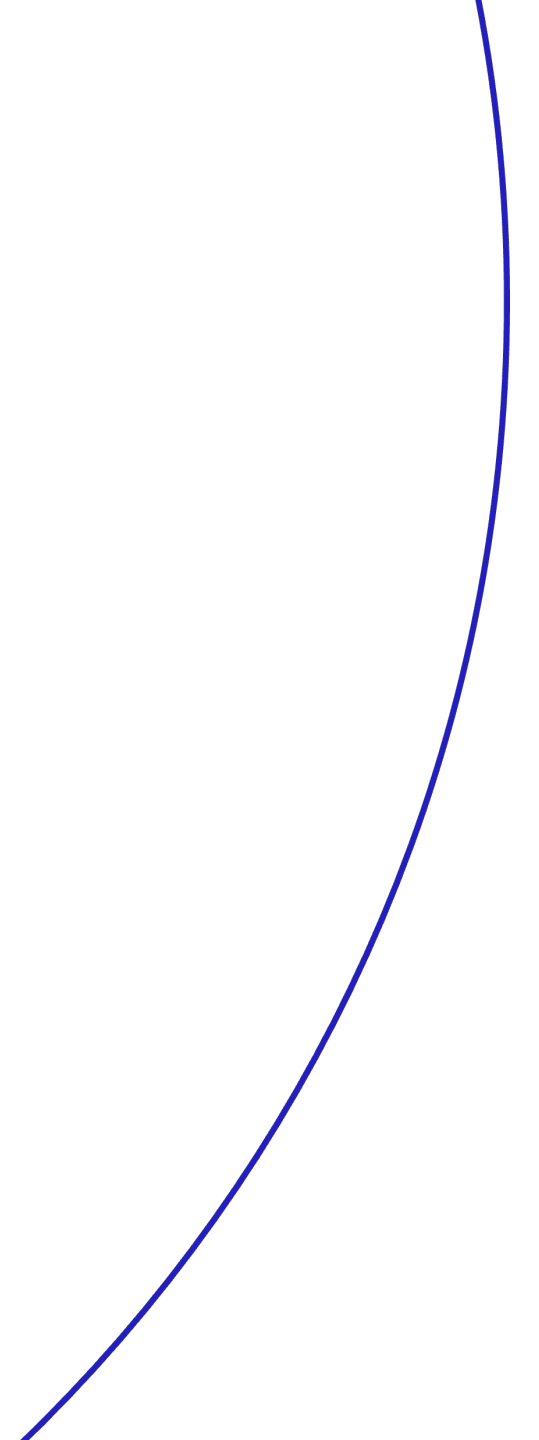


Tuumaenergia keskkonnamoju





Jäätmeteke



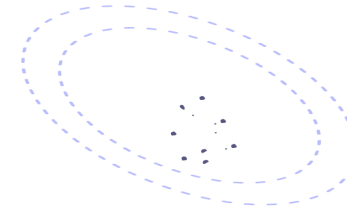


~3 000 000 tonni
kivisütt aastas

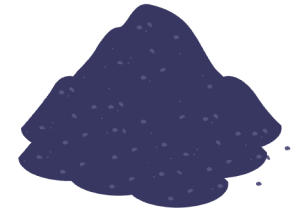
Kivisütt põletav elektrijaam
elektrilise võimsusega 1000 MW



~ 7 000 000 tonni
jätmeid aastas, põhiliselt
gaasid CO₂ ja SO₂



150 000 kuni 200 000 tonni
lendtuhka



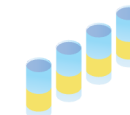
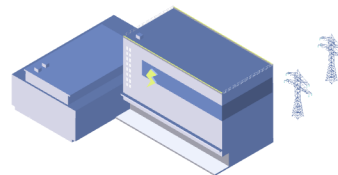
Tuhk tuhaväljal

Mõlema jaama aastane elektritoodang oleks ~8 TWh



~ 25 tonni
uraani UO₂ aastas

Tuumaeletrijaam
elektrilise võimsusega 1000 MW

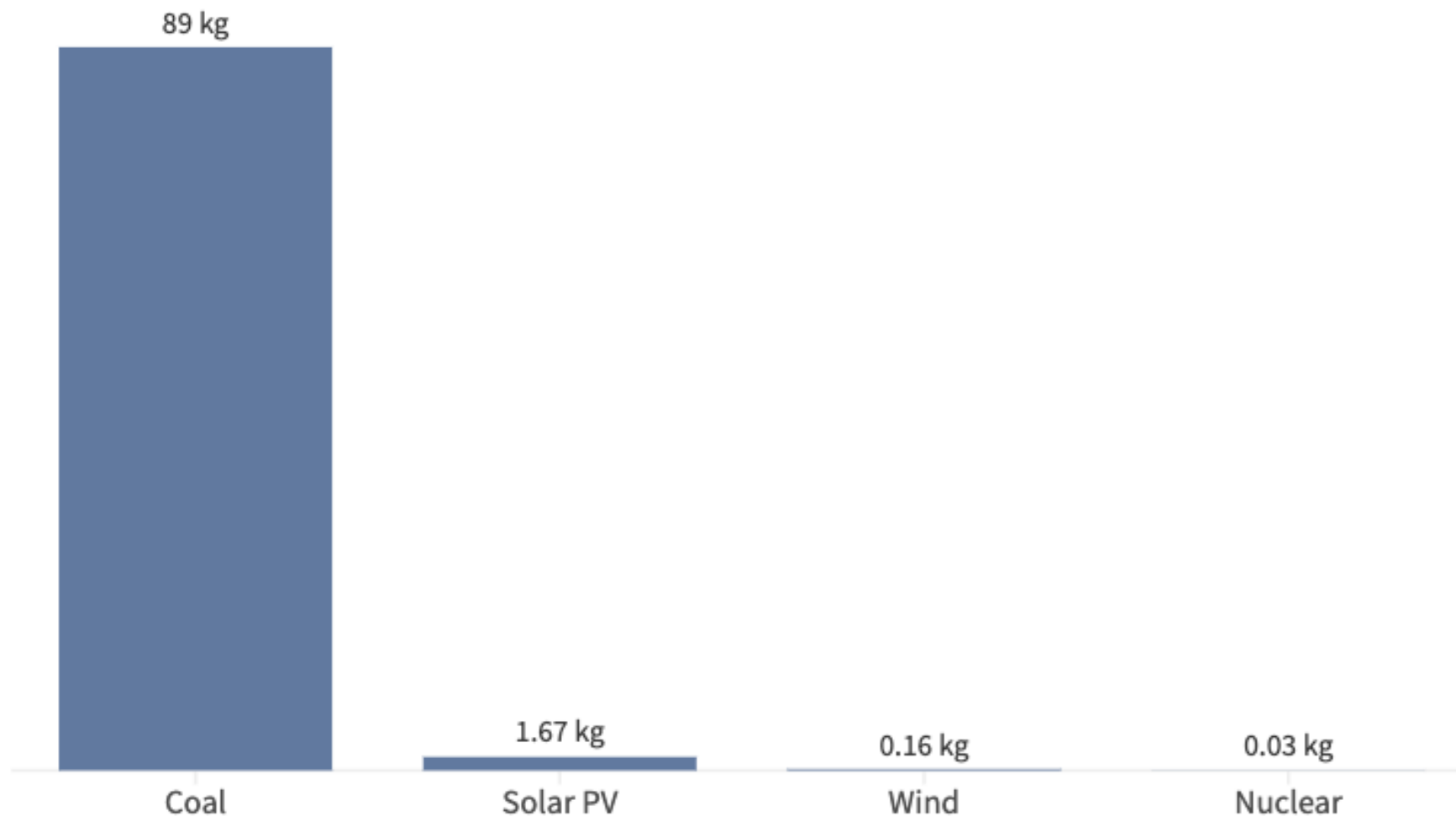


1 tonn kõrgradioaktiivset
ümbertöötatud jäadet,
mida saab turvaliselt
geoloogiliselt ladustada



Waste generated per unit of electricity production

Measured in kilograms of waste per megawatt-hour. Waste for solar and wind is in the form of panels and turbine blades. Coal is mostly coal ash. Nuclear is mostly spent or unprocessed fuel.



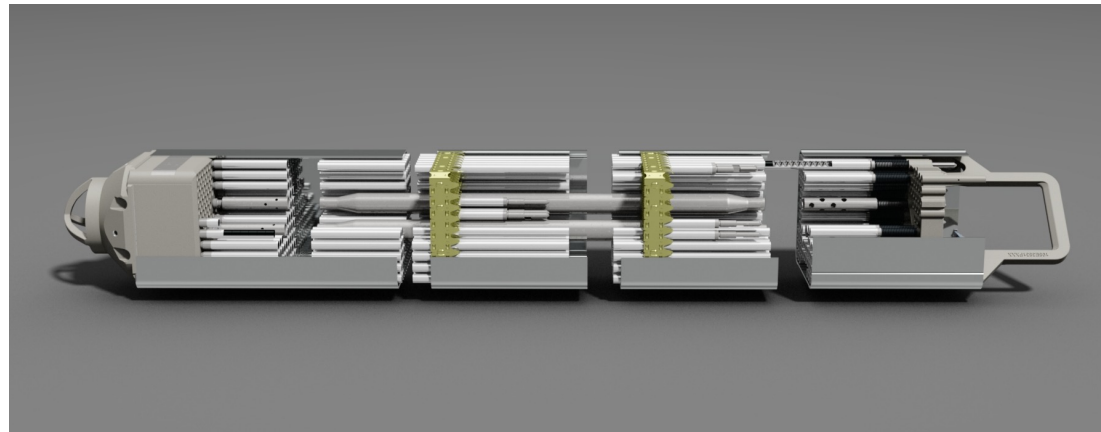
Data source: Calculations by the author based on industry figures; Center for Sustainable Systems, University of Michigan; David Osmond; CleanTechnica; and the EIA • Author: Hannah Ritchie

Jätmekäitlus

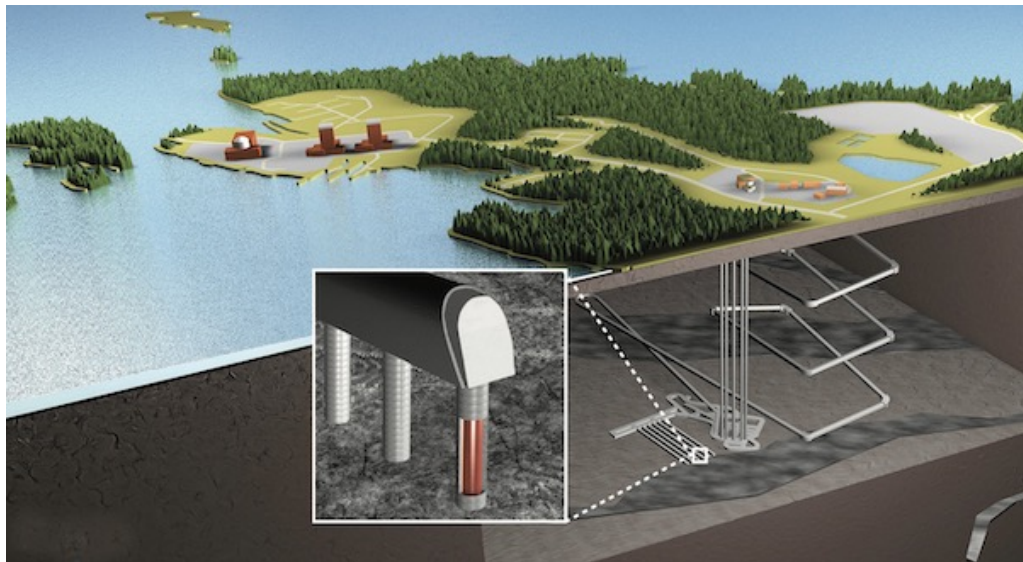


Kõrge radioaktiivsusega jäätmed (kasutatud tuumkütus)

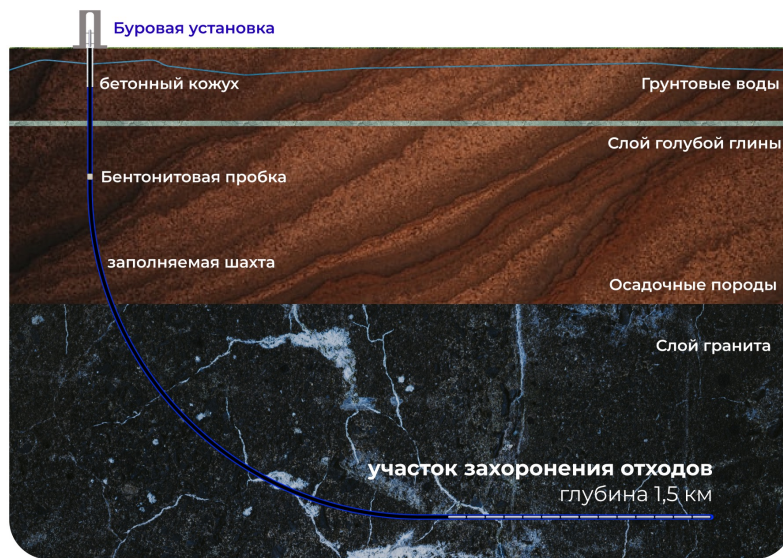
- Moodustavad umbes **2% kõigist radioaktiivsetest jäätmetest**, sisaldades 95% radioaktiivsusest.
- Erineva tehnoloogiaga tuumareaktorite kasutatud kütuse vahetus tsükkel on erinev. Näiteks BWRX-300 puhul vahetatakse **aastas reaktoris välja ~30-40 kütusekoostu**.
- Kõrge radioaktiivsusega jäätmete hoidla vajab **eraldi riigi eriplaneeringut** parima asukoha leidmiseks.



Posiva lahendus Soomes



Uurimisel olev süvapuuraugu lahendus



горизонтальная часть - 2 км



horisontaalosa on 2 km,

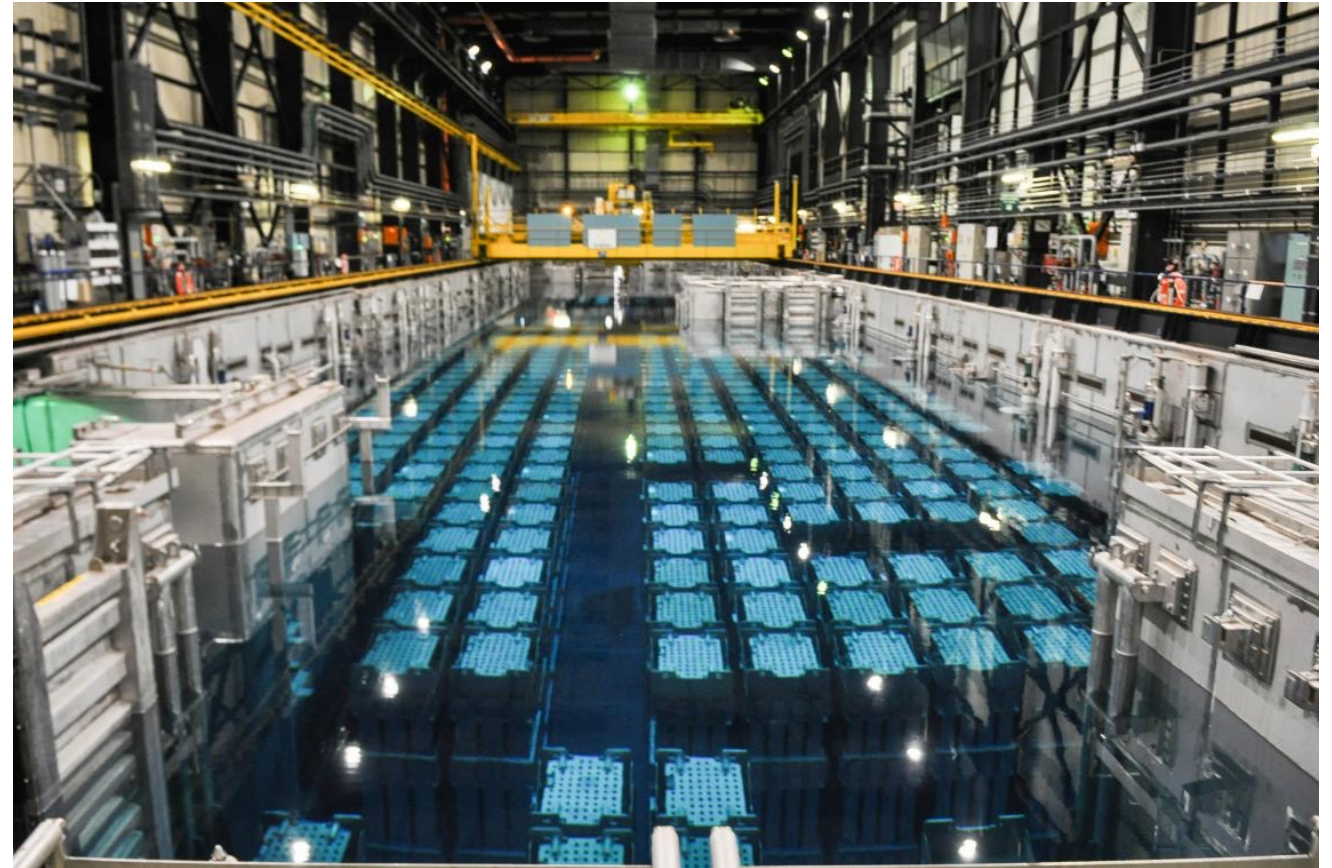
SKB International Report 230

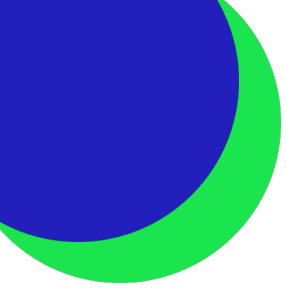
Strategy for managing low and intermediate level waste from a nuclear power plant in Estonia

Prepared for Fermi Energia OÜ, Estonia, by SKB International AB, Sweden

Final Report

December 2021

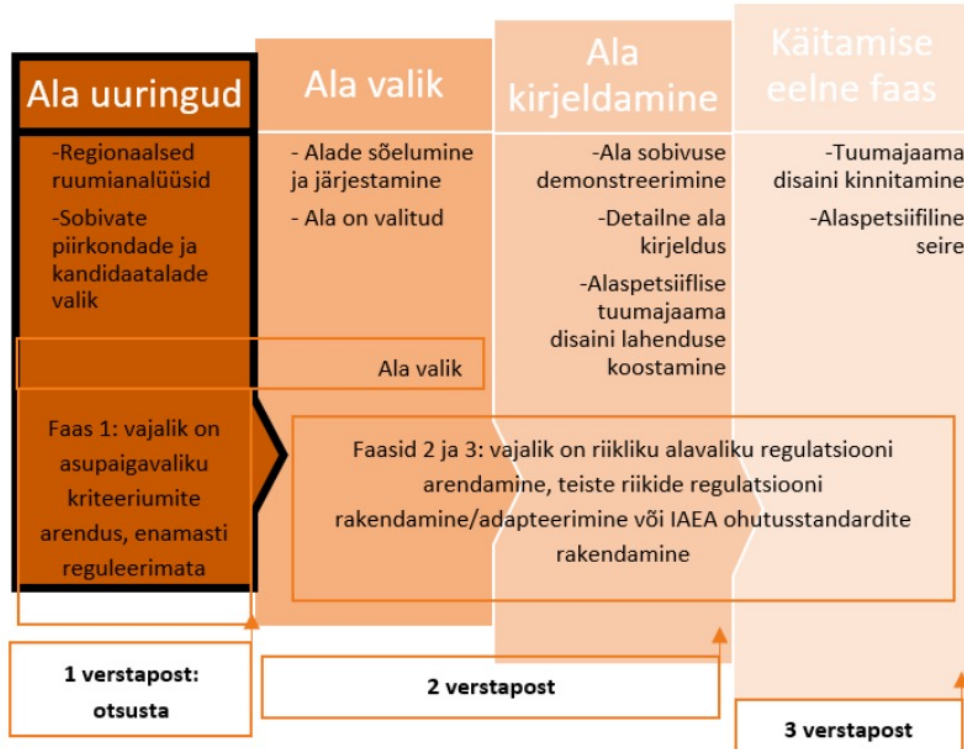




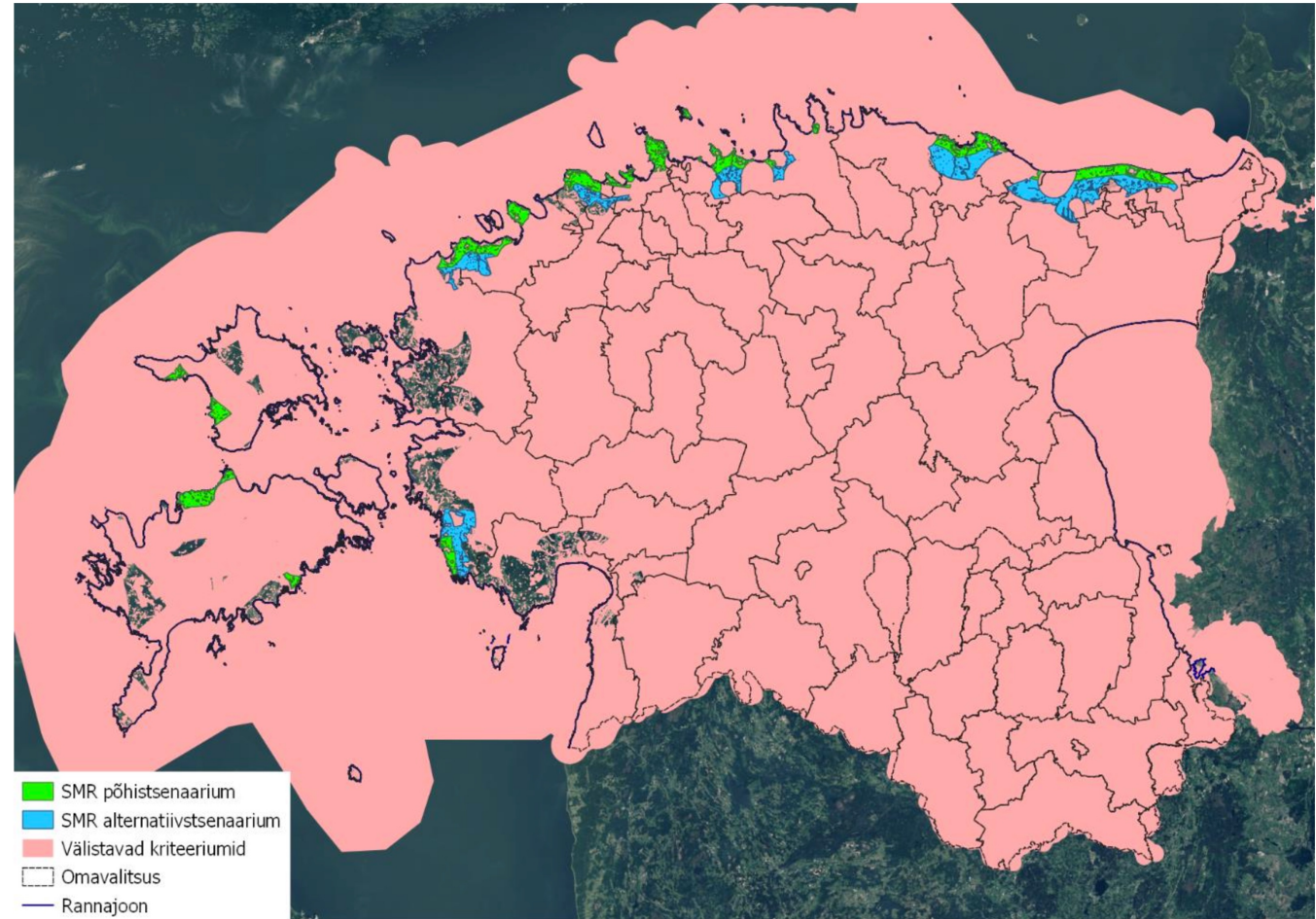
Teised keskkonnamõjud ja nende hindamine



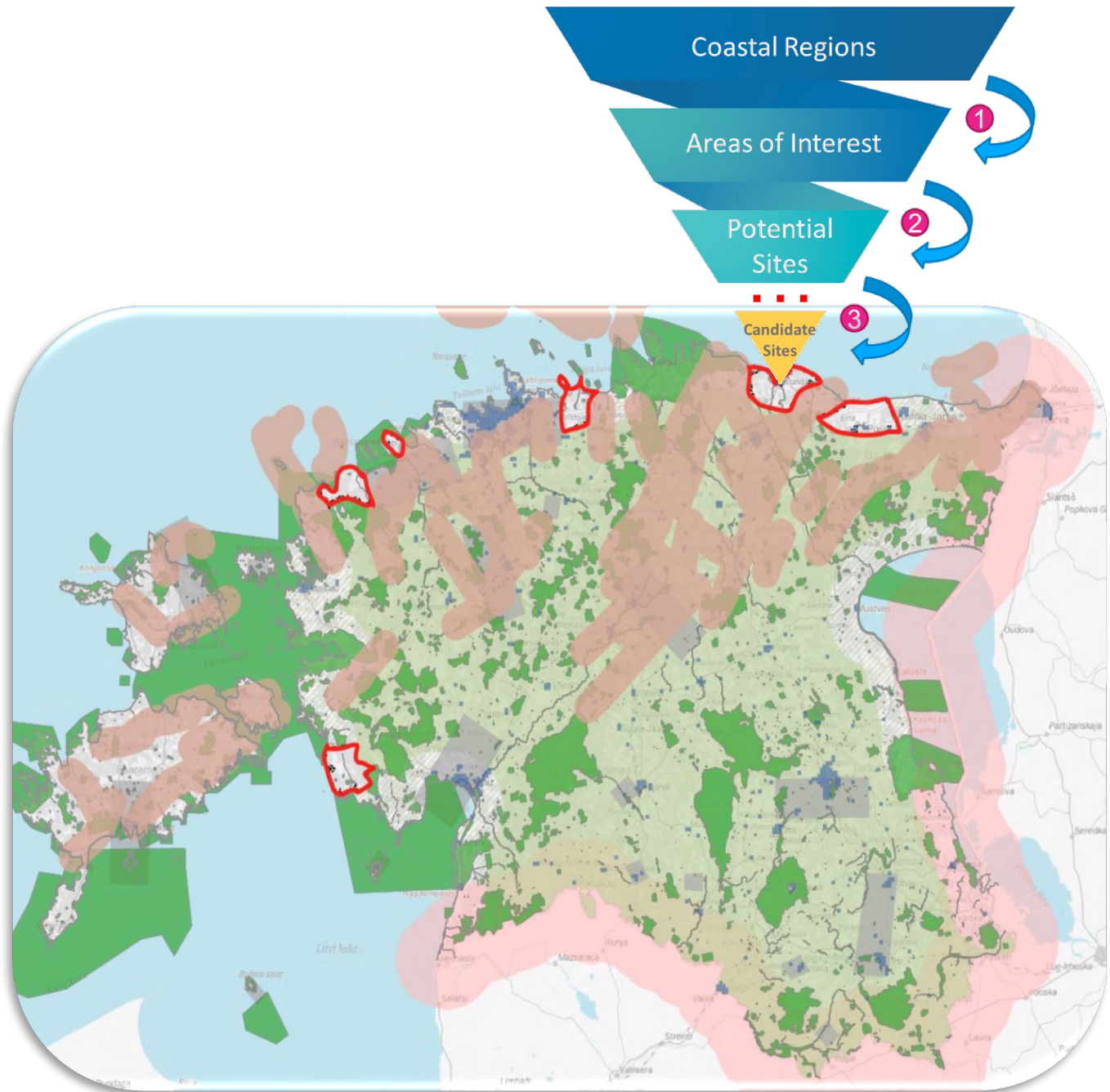
Asukoha valik



Joonis 20. IAEA alade valiku etapid. Tumeda piirjoonega on toodud Eesti tuumajaama asukoha ruumilise planeerimise hetkeseis (alade eelvalik, ehk sobivate piirkondade valik) (Allikas: TET IAEA andmete põhjal)

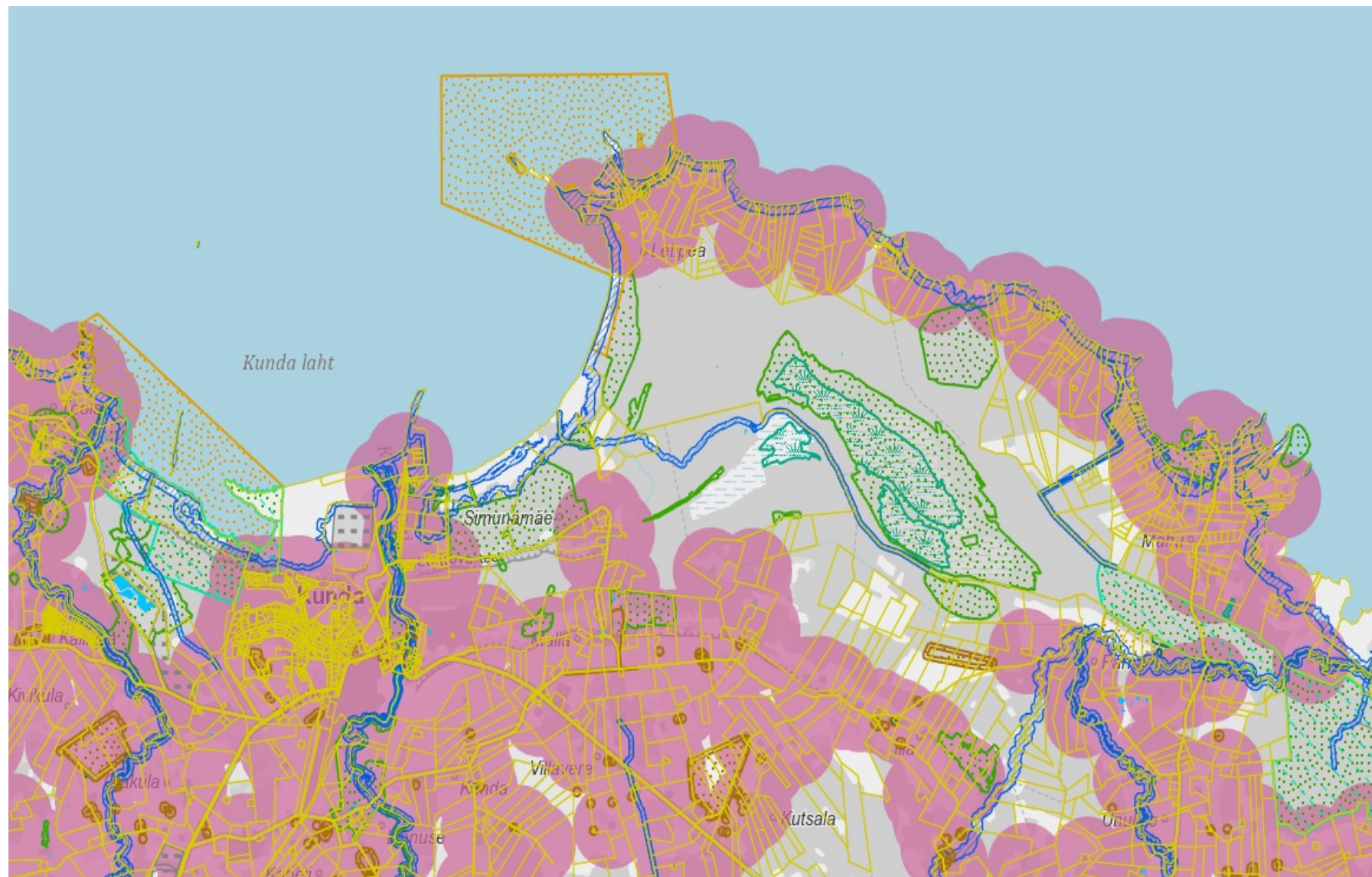


Joonis 18. SMR asukoha ruumianalüüsi tulemused (Allikas: Skepast&Puhkim, Steiger)



Asukohta piirangute kaardistamine GIS

Letipea



Asukoha piirangute kaardistamine GIS

Aidu



Asukoha valik

- Peamised hindamiskriteeriumid ja -tegevused asukoha valikul
 - IAEA metoodika - kompleksne võrdlev vaade asukohtade hindamiseks
 - Riskianalüüs - hinnatakse detailsemalt suurimaid riske, võimalikke välistavaid tegureid ja võimalikke tehnilisi lahendusi
 - Finantsanalüüs sh olulisemad eristavad kuluartiklid (võrguühendus, jahutus, vundament, logistika jne)
- Eesmärk on tuvastada vähemalt 3 alternatiivi tuumajaama asukoha jaoks, mida Riigi Eriplaneeringus detailsemalt analüüsida sh KSH ja KMH

| HEALTH, SAFETY AND SECURITY FACTORS |
|---|
| Magnitude and frequency of natural external events |
| <i>Human induced external events</i> |
| <i>Characteristics related to radiological impact</i> |
| <i>Security and safeguards</i> |
| <i>Essential supplies</i> |
| Sum |
| ENGINEERING AND COST FACTORS |
| <i>Suitability of water for cooling</i> |
| <i>Suitability of existing electricity infrastructure</i> |
| <i>Location of major load centres and selling price</i> |
| <i>Suitability of transport infrastructure</i> |
| <i>Technology considerations</i> |
| <i>Impact of existing facilities</i> |
| <i>Site development and construction costs</i> |
| <i>Multi-unit sites</i> |
| <i>Physical security and protection considerations</i> |
| <i>Stakeholder opinion</i> |
| <i>Regional regulatory and legal processes</i> |
| Sum |
| SOCIO-ECONOMIC FACTORS |
| <i>Future land use planning and sites ownership</i> |
| <i>Regional economy</i> |
| <i>Local society</i> |
| <i>Landscape</i> |
| <i>Noise</i> |
| Sum |
| ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS |
| <i>General eco-system characteristics</i> |
| <i>Aquatic ecology and marine impact</i> |
| Sum |

Keskkonnauuringute vajadus

Pinnase kvaliteet ja hüdrogeoloogia 2024.a

Maismaa elustik ja elupaigad 2024.a

Välisõhk ja müra 2024.a

Jäätmete käitlemine 2021-2023

Tuumajaama mõju õnnetuse korral 2022 ja 2025

Inimese heaolu 2021 ja 2024

Kiirgus ja selle mõju 2022-2025

Veekeskkond 2022-2024



Keskkonnamõjude hindamine

| Environmental Impact Theme Nuclear Power Impact Area | Option 1 | | | Option 2 | | | Option 3 | | |
|---|------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------|----------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------|--|
| | Air, water, soil | Emissions, noise and vibration | Land, landscape, cultural heritage | Ecosystems | Climate change | Public health, well-being and safety | Economy and society | Natural hazards | |
| Main siting & techn. considerations | | | | | | | | | |
| Construction, operation, decomm. | | | | | | | | | |
| Nuclear fuel cycle | | | | | | | | | |
| Spent fuel & waste management | | | | | | | | | |
| Physical protection & security | | | | | | | | | |
| Emergency preparedness & response | | | | | | | | | |
| Physical infrastructure requirements | | | | | | | | | |

Note: Options are likely to mean different locations and type/technology of a nuclear power plant.

FIG. 10. Scoping matrix.



I FAAS
TUUMAENERGIA PROGRAMMIGA ALUSTAMISE
KAALUMINE

II FAAS
LEPINGUTE JA EHTUSPROJEKTI
ETTEVALMISTUS

III FAAS
JAAMA LOAMENETLUS JA EHTUS

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

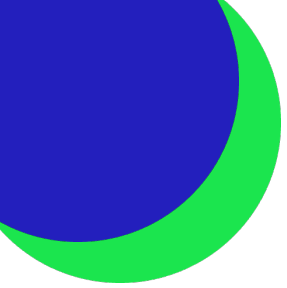
Kasutus

Maakasutusõigus

Lõplik investeerimisotsus

Eeltööd ja platsi
ettevalmistus

Kasutusloa
taotlus



Sotsiaalne vastutus ja jätkusuutlik areng



Kogukondade kaasamine

Infotunnid – teadlikkuse tõstmiseks oleme korraldanud üle 50 infotunni, kus on osalenud enam kui 500 inimest



Tuumajaamade külastused

Tutvumisreisid Soome ja Rootsi tuumajaamadesse

Eesmärk anda vahetu kogemus ja võimalus tutvuda piirkonna elu-oluga

Viimase kahe aasta jooksul on neist reisidest osa võtnud 150 Lüganuse ja Viru-Nigula valla elanikku



Tuumaenergia infotuba

- Aatomiku teabetuba Kunda tsemendimuuseumis ootab huvilisi ja kooligruppe – **põnevat avastamist jagub kõigile!**
- Infotuba on **külastanud üle 1000 energeetikahuvilise üle Eesti**, kellest kõige aktiivsemad külastajad on olnud kooligrupid ning töökollektiivid.

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



TOETATAVAD ÜRO EESMÄRGID



JÄTKUSUUTLIKU ARENGU PÕHIMÕTTED



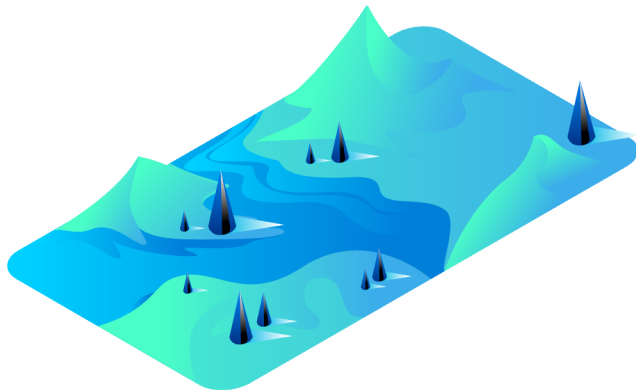
SOTSIAALNE

- Toetame ja ergutame valdkonna (STEM) teadus- ja arendustegevust
- Tõstame Eesti konkurentsivõimet läbi stabiilse ja taskukohase elektri
- Panustame KOV arengusse läbi infrastruktuuri investeeringute, tööhõive ja kohaliku turismi ergutamise



JUHTIMINE

- Sama ametikoha ja oskusega töötajad saavad sarnast palka
- Järjepidev jätkusuutlikkuse seire asutajate ja juhtkonnaga
- Panustame töötajate rahulolu ja erialaste teadmiste tõusu



KESKKOND

- Aitame kaasa kliimamuudatustega võitlemisel läbi CO2 vaba elektri
- Meie tegevuse tagajärjel tekkivad jäätmed, jäägid ja emissioonid läbi kogu tarneahela ei kujuta ohtu ühiskonnale
- Ehitame Euroopa kõige keskkonasõbralikuma väikese tuumajaama

Aitäh! Küsimused?

