



# TAL TECH

# ENERGIAMAJANDUSE STSENAARIUMID 2035

Annela Anger-Kraavi

Mart Landsberg  
Hannes Agabus



29.05.2025

# Ei maksud ega bürokraatia: Eesti tehnoloogiaettevõtted paljastavad oma suurimad takistused



Diana Tiidema  
majandusajakirjanik

september 2024, 21:18



Kuula



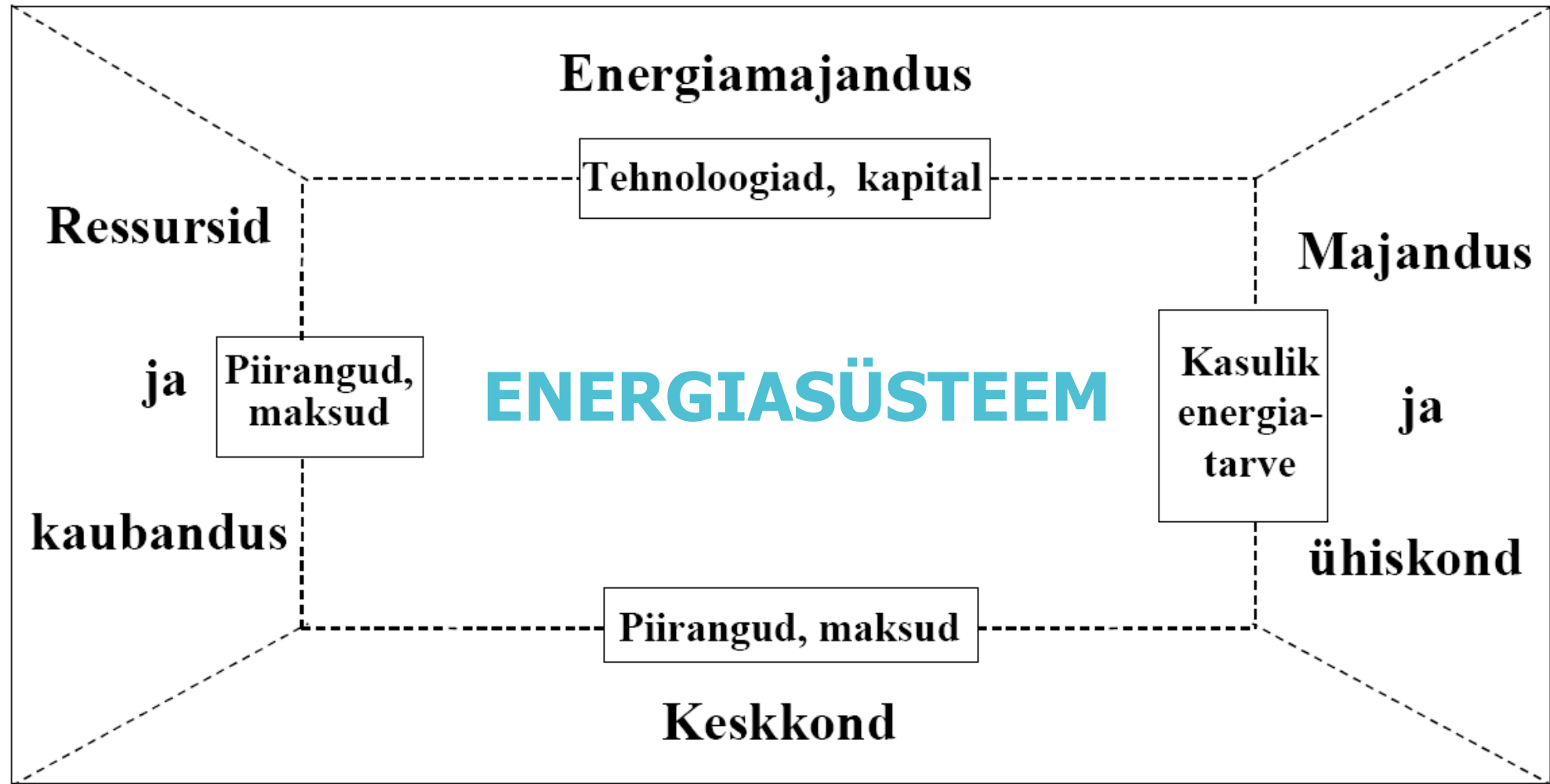
Fotol on Inissoni Tallinna ja Lagedi tehaste juht Nadežda Dementjeva. Inission pakub ettevõtetele kohandatud elektrooniliste ja mehaaniliste toodete arendust ja tootmist. Foto on illustratiivne. — Foto: Mihkel Maripuu

Eesti eksportivaid tehnoloogiaettevõtteid ei sega kõige rohkem maksud ega bürokraatia, vaid hoopis uutele turgudele murdmine, **kõrged energiahinnad** ja oskustööjõu puudumine, näitas Eesti Masinatööstuse Liidu värske uuring.

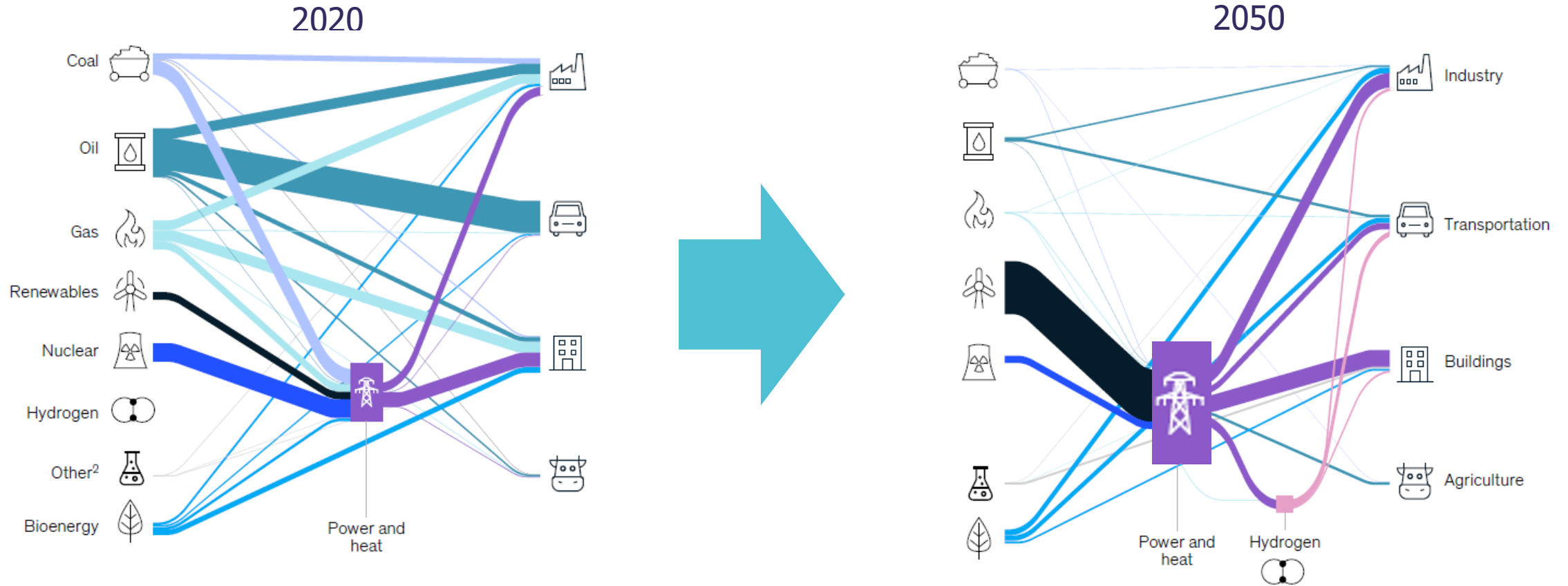
## SUURIMAD TAKISTUSED MAJANDUSE ARENGULE:

- Uutele **turgudele murdmine** (innovatsioon)
- Kõrged **energiahinnad**
- **Oskustööjõu** puudumine

# ENERGIASÜSTEEM, MAJANDUS JA ÜHISKOND ON OMAVAHEL TIHEDALT PÕIMUNUD



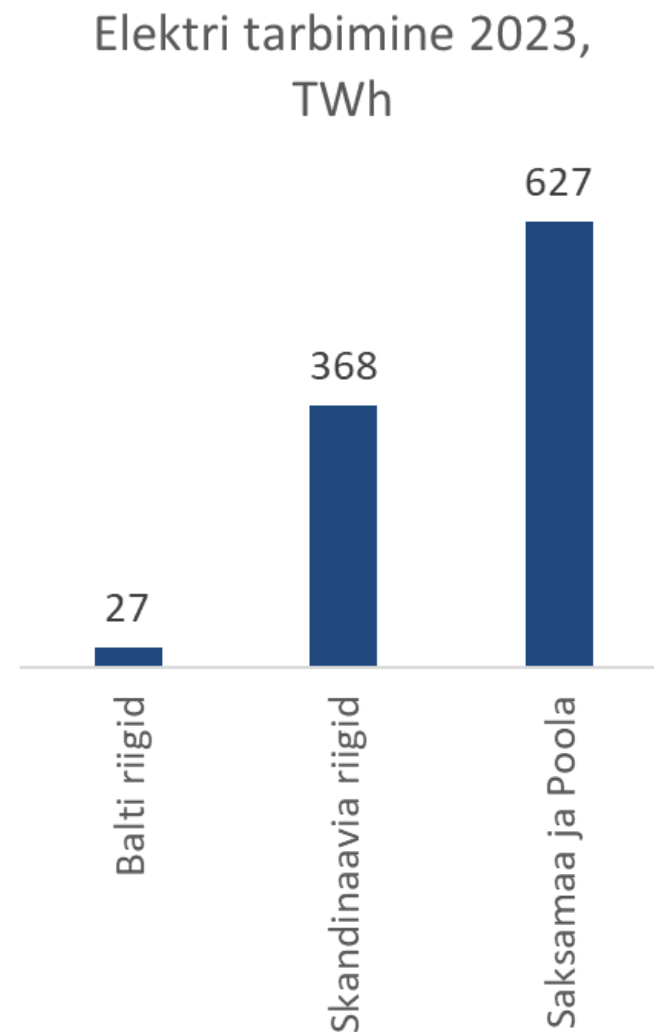
# MILLISES SUUNAS LIIGUB MAAILMA ENERGIAMAJANDUS?



**VARUSTUSKINDEL JA TASKUKOHANE ELEKTRIVARUSTUS  
ON KOGU MAJANDUSE JA ÜHISKONNA TOIMIMISE ALUS!**

# BALTI/EESTI ELEKTRITURU MAASTIK

- Väike turumaht, suur hinnavolatiilsus
- NPS-hind sõltub taastuenergia osakaalust ja piiriüleste ühenduste kasutusest
- Elektrituru kitsaskohad:
  - Elekter toodetakse kui kaup ja tarbitakse teenusena
  - Missing-money-probleem, kõrgemad kapitalikulud, riigipõhised subsiidiumid, kasvav sagedusreservide vajadus
- Päevasisese ja sagedusreservide turu maht kasvab, taastuenergia toodangu ja elektritarbimise prognoosivigade märkimisväärne suurenemine on toonud kaasa olulise täiendava vajaduse sagedusreservide järele



# MILLINE ON ELEKTRI HIND TULEVIKUS?

- Tulevikku prognoosida on keeruline, samas on selge, et seoses taastuvenergiaallikatele üleminekuga energeetikasektoris muutuvad elektri lõpphinna komponendid ja nende osakaalud.
  - Elektri **börsihind** tõenäoliselt **langeb** seoses taastuvenergia osakaalu kasvuga, kuid **tõuseb subsiidiumide** komponent ning **reservide** hankimise ja taastuvenergia kasvuga seoses **võrgu arendamise** kulu. Tulevikus on energia hind pigem madal ja võimsuse hind pigem suurem osa lõpphinnas.
  - Energia iseseisvuse ja infra vastupanuvõime kasvuga seonduvad kulud võivad tulevikus moodustada suure osa elektriarvest.

**Küsimus: kas senine energiapõhine, päev ette, elektri turumudel jätkusuutlik?**

# ENERGIATARBIMISE FUNDAMENTAALSED ALUSED

Korrelatsioonis:

- **Rahvaarv**
- **Ühiskonna rikkus**
- Energiaallikate (eriti **elektri**) **kättesaadavus**

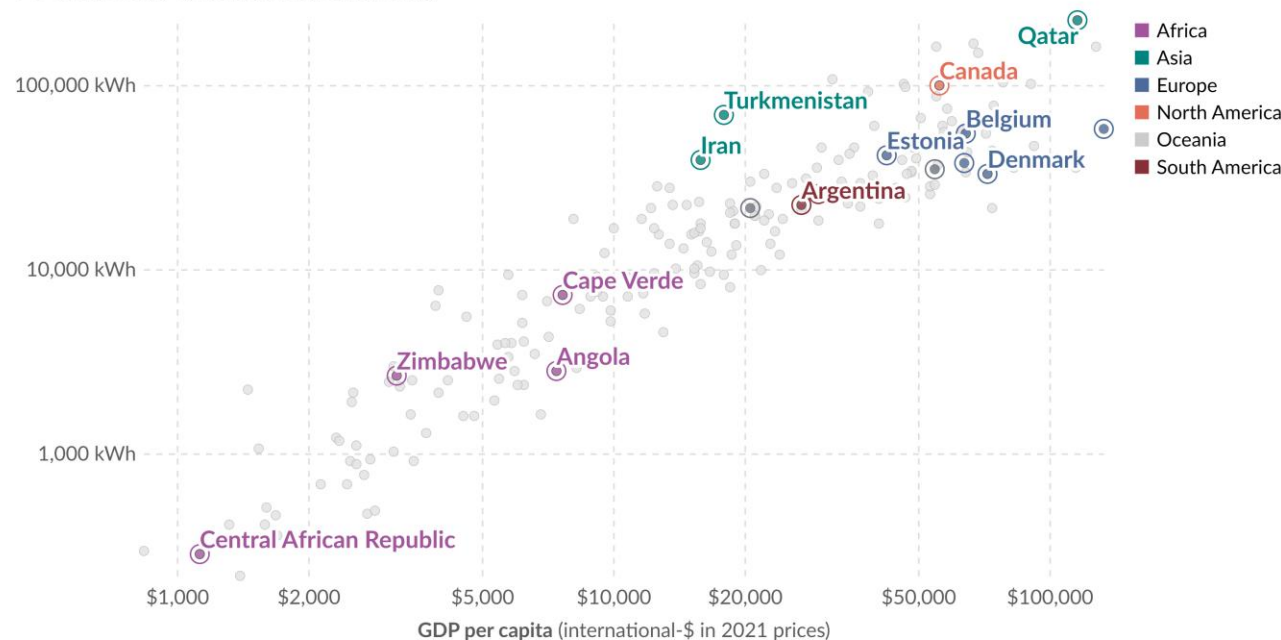
Ei ole olemas madala  
energiatarbimisega rikast riiki!

$$\text{tootlikkus} = \frac{\text{kaupade ja teenuste toodang}}{\text{inimtöötund}}$$

## Energy use per person vs. GDP per capita, 2023

Energy refers to primary energy<sup>1</sup>, measured in kilowatt-hours<sup>2</sup> per person, using the substitution method<sup>3</sup>. Gross domestic product (GDP) is adjusted for inflation and differences in living costs between countries.

Per capita energy consumption (kilowatt-hours)



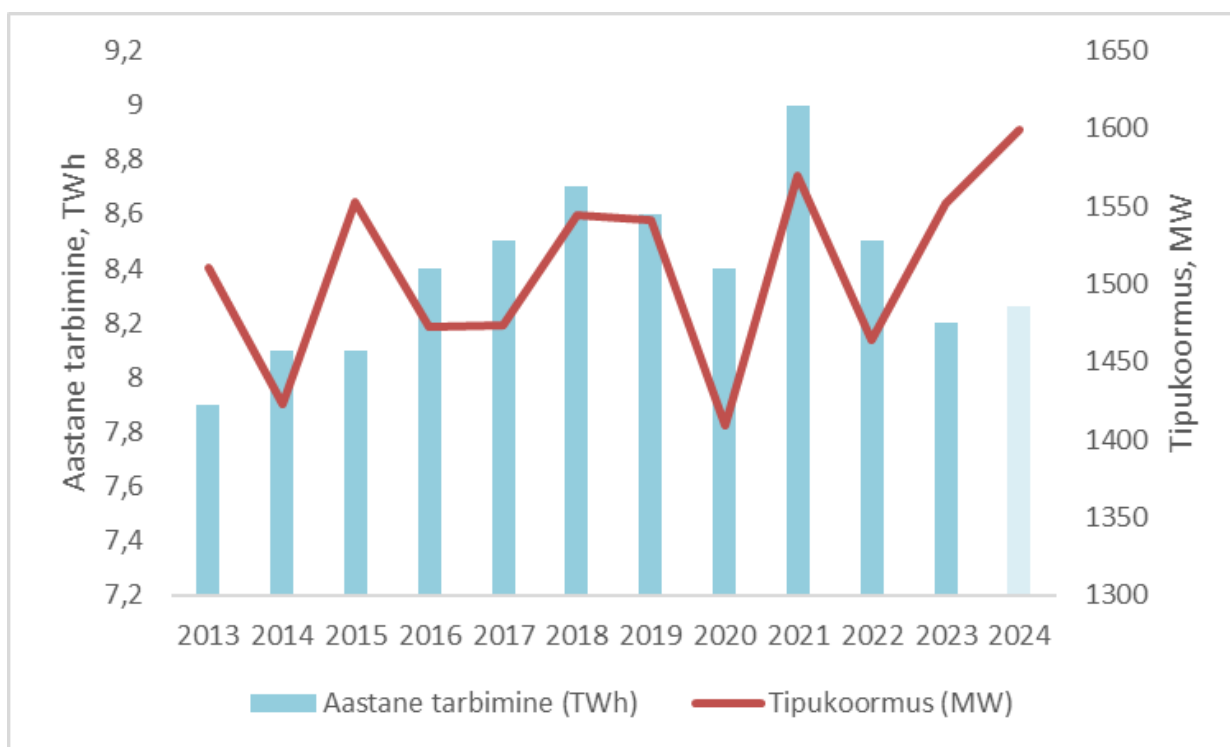
Data source: U.S. Energy Information Administration (2023) and other sources

Note: GDP data is expressed in international-\$<sup>4</sup> at 2021 prices.

OurWorldinData.org/energy | CC BY

# ELEKTRITOOTMINE JA TARBIMINE EESTIS

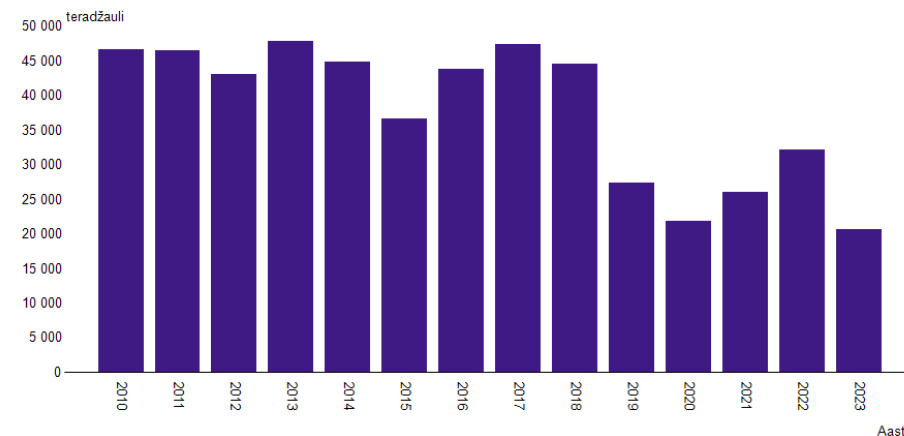
## ■ Elektri tarbimine koos kadudega



## ■ Installeeritud tootmisvõimsused 2024:

- ✓ juhitavad 1609 MW + Kiisa 250 MW
- ✓ taastuvad: 1658 MW

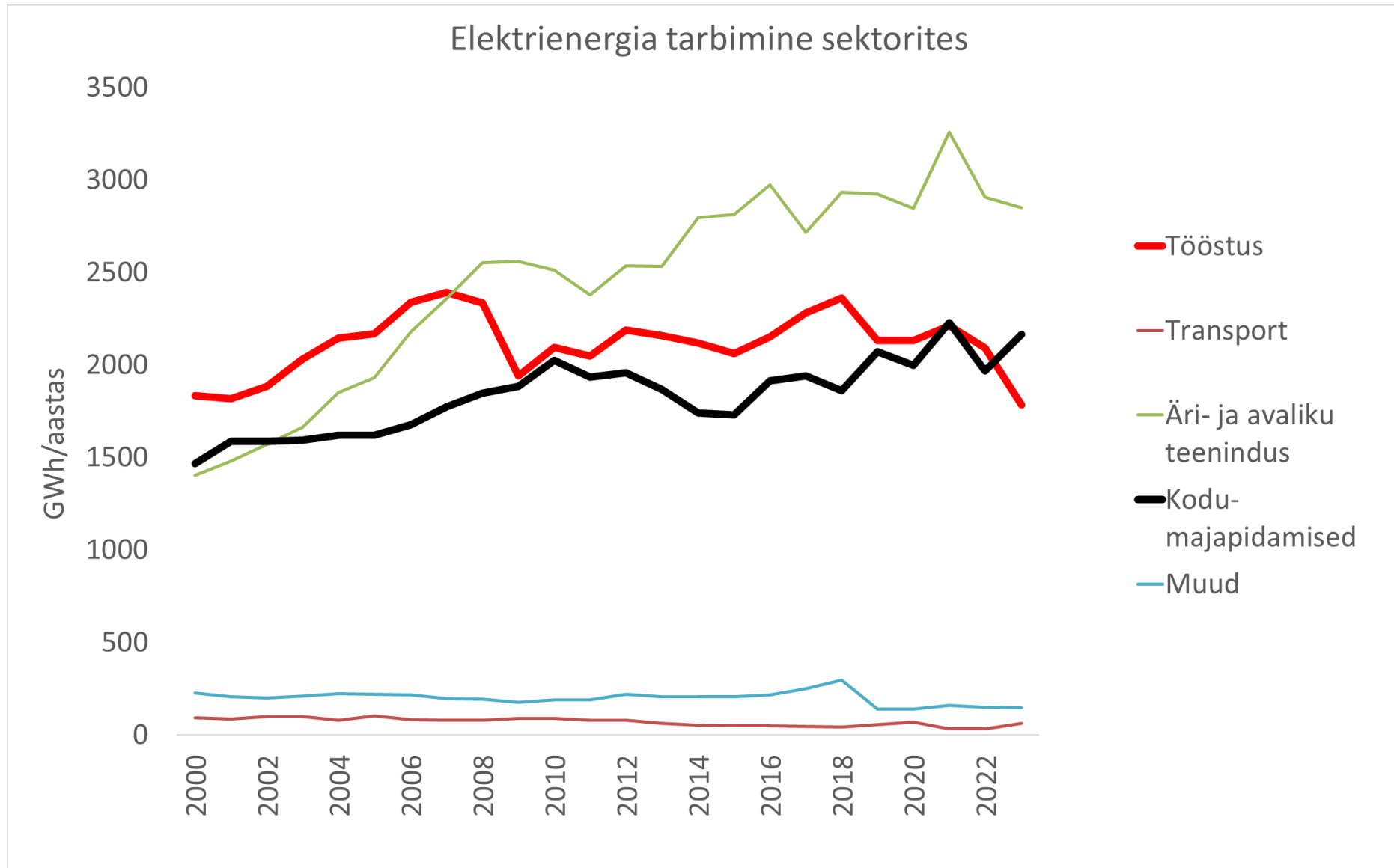
KE0240: Elektrienergia toodang, TJ.



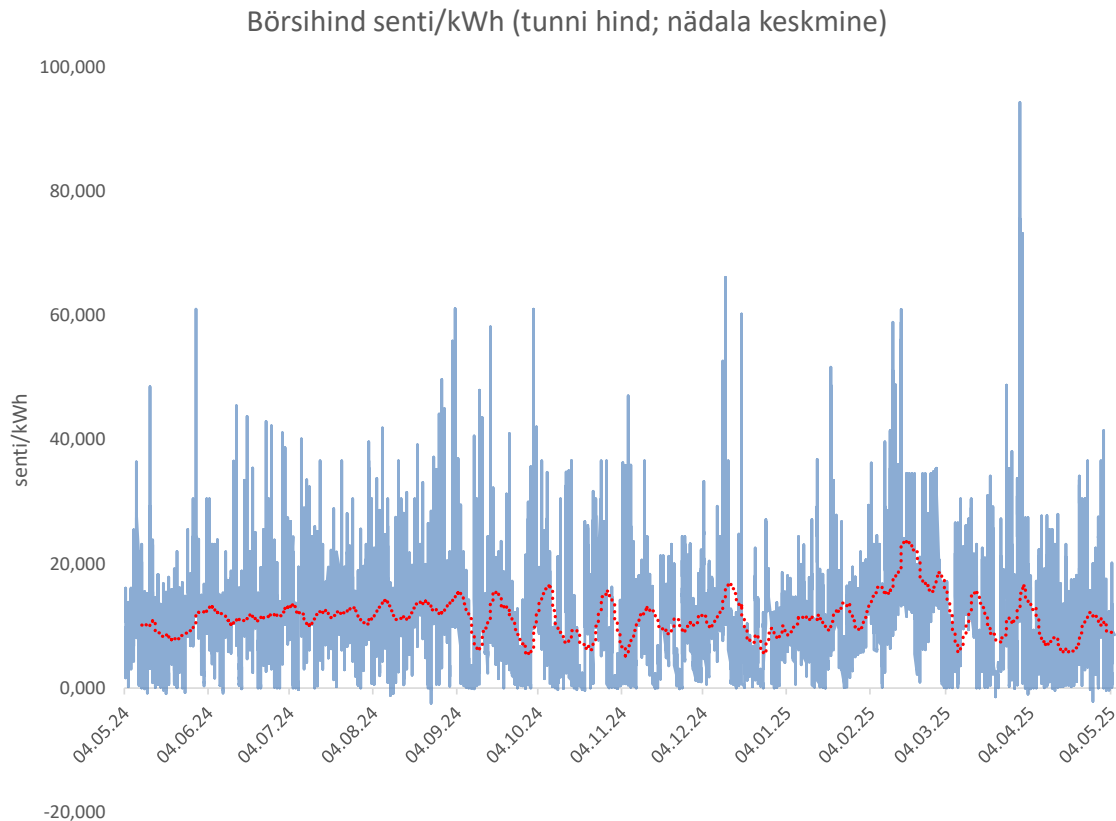
Allikas: Statistikaamet

Allikas: Varustuskindluse aruanne 2024

# TÖÖSTUSE ENERGIATARVE LANGEB



# ELEKTRI HIND EESTIS

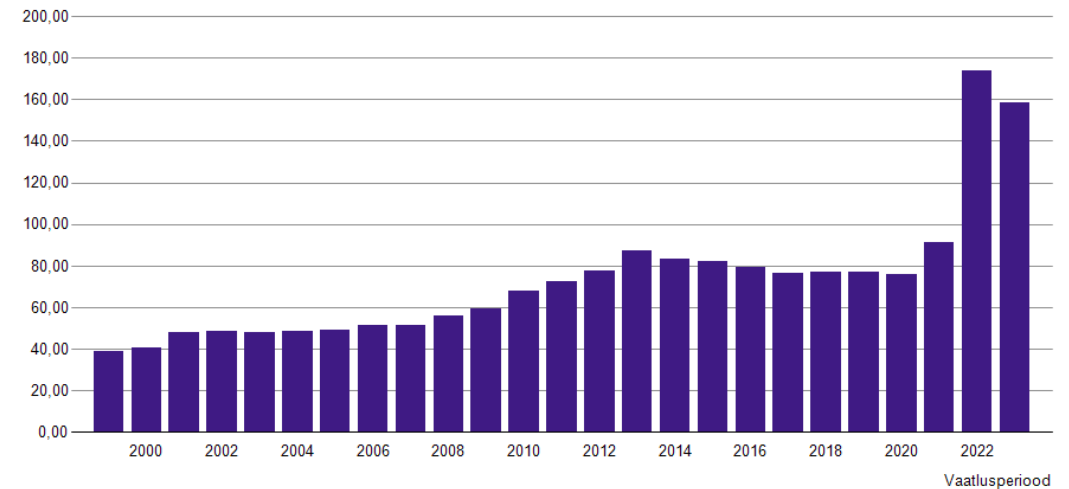


Allikas: Nordpool Spot

## ■ Keskmise börsihind 2024

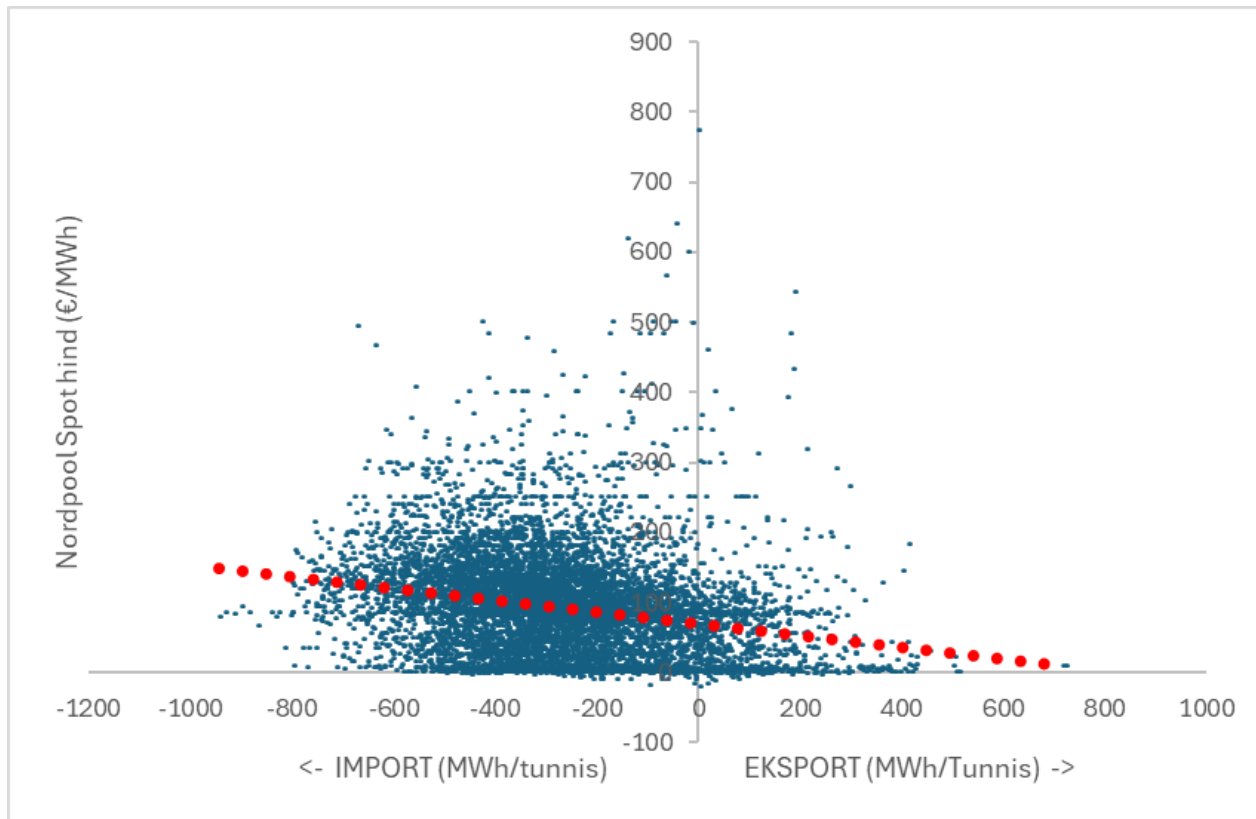
- ✓ Aritmeetiline keskmine 87,3 €/MWh
- ✓ Tarbijad - makstud 91 €/MWh
- ✓ Tuuleelektrijaamad - teenitud 72,6 €/MWh
- ✓ Päikeseelektrijaamad - teenitud 64,3 €/MWh
- ✓ Juhitavad EJ - teenitud 107 €/MWh

KE08: ETTEVÖTETES TARBITUD KÜTUSE JA ENERGIA KESKMINE MAKSUMUS |  
Vaatlusperiood. Tarbitud kütuse/energia maksumus, eurot, Elektrienergia, MWh.



Allikas: Statistikaamet

# KAS OSTA ELEKTER NAABRITELT?



Allikas: Nordpool Spot

**Eesti impordi/eksporti  
keskmise turuhind  
(2024.05–2025.05  
tegeliku põhjal)**

- Import 104 €/MWh
- Eksport 50 €/MWh

# RISKID ENERGIASEKTORIS

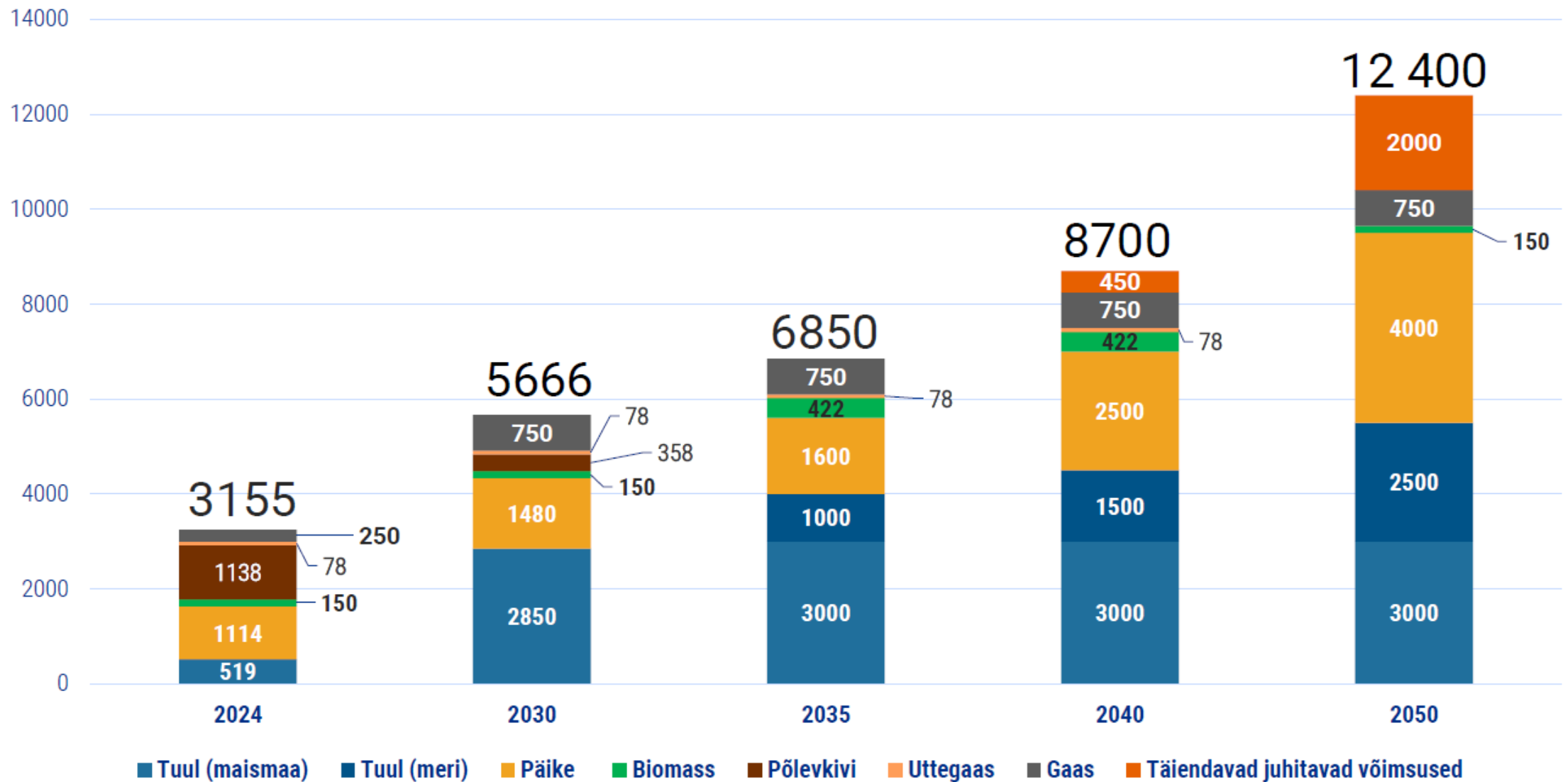
- ✓ Regulatsioonide / regulaatori risk / poliitiline risk
- ✓ Julgeolekuohud -> küberohud ja füüsilise rünnaku ohud infrastruktuurile, tarneaahelate risk, kriitiliste mineraalide ja tehnoloogia risk
  - ✓ Naftatoodete globaalsed tarneraskused tulenevalt julgeolekuolukorrast -> mootorkütustega varustamise häired
- ✓ Kindlad (sh pöörlevad masinad) elektritootmisvõimsused muutuvad majanduslikult konkurentsivõimetuteks -> elektri varustuskindluse riskide kasv
- ✓ Pudelikaelaks seadmed ja materjalid elektripaigaldiste ehitamiseks ning tööjõupuudus - > hinnatõus, ajaline surve, võrkude valmisoleku puudumine

**Suurim lahendamata probleem on elektrienergia sesoonne salvestamine – ilma vastava lahendusega ei ole reaalne üleminek 100% taastuvenenergiale.**



# ENMAK 2035 TÖÖVERSION:

## Tootmisseedmete võimsus, MW



# MILLISENA NÄEME EESTI PIKAAJALIST ENERGIAPLAANI?

- ✓ Energiamix peab olema tehnoloogianeutraalne ja sisaldama kõiki elektrisüsteemi varustuskindlaks toimimiseks vajalikke komponente – ühelegi „sobivale“ tehnoloogiale ei tohi luua kunstlikke eeliseid.
- ✓ Tagama baaskoormuse, mis on taskukohane ja pikaajaline energiaallikas.
- ✓ Tagama madala elektrihinna ja energiajulgeoleku ka saartalitluse vaates, mis eeldab juhitavate võimsuste ja salvestite optimaalset kombineerimist sobivate (kohalike) energiaallikatega ning taastuv- ja baaskoormusallikate tasakaalustamist.
- ✓ Tagama keskkonnasõbralikkuse, mis tähendab meie kodanike tervise ja elukvaliteedi tagamist.

**Taskukohane energiahind soodustab innovatsiooni ja üldist majandusarengut, mis omakorda mastaabiefekti kaudu aitab energiahinda veelgi alandada.**

# ELEKTRITOOTMISE STSENAARIUMID

|                                            | Installeeritud<br>tootmisvõimsus<br>2024* | ENMAK       | Kohalike kütuste<br>fookus | 100%<br>taastuvenergia | Tuumaenergia<br>fookus |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Põlevkivi                                  | 1340                                      | 272         | 544                        |                        |                        |
| Biomass kondensatsioonielektrijaam         |                                           |             | 400                        | 600                    |                        |
| Biomass CHP                                | 131                                       | 150         | 150                        | 150                    | 150                    |
| Sisepõlemismootoriga gaasielektrijaam      | 250                                       | 600         | 600                        | 600**                  | 600                    |
| Väike tuumajaam (SMR)                      |                                           |             |                            |                        | 600                    |
| Tuul (maismaa)                             | 681                                       | 3000        | 1000                       | 2000                   | 1000                   |
| Tuul (meri)                                |                                           | 1000        |                            | 1000                   |                        |
| Päike                                      | 969                                       | 1600        | 1000                       | 1500                   | 1000                   |
| Muud                                       | 146                                       |             |                            |                        |                        |
| <b>KOKKU ELEKTRITOOTMINE</b>               | <b>3517</b>                               | <b>6622</b> | <b>3694</b>                | <b>5850</b>            | <b>3350</b>            |
|                                            |                                           |             |                            |                        |                        |
|                                            |                                           |             |                            |                        |                        |
| Elektrisalvestid (aku)                     |                                           | 1300        | 600                        | 2000                   | 2000                   |
| Pumphüdroakumulatsioonijaam                |                                           | 500         |                            | 500                    | 500                    |
| <b>KOKKU SALVESTID</b>                     | <b>0</b>                                  | <b>1800</b> | <b>600</b>                 | <b>2500</b>            | <b>2500</b>            |
|                                            |                                           |             |                            |                        |                        |
| * - Allikas: Varustuskindluse aruanne 2024 |                                           |             |                            |                        |                        |
| ** - biogaas                               |                                           |             |                            |                        |                        |

## PEAMISED SISENDANDMED

|                                                 | eluiga,<br>aastat | Kasu-<br>tegur | Kokku<br>investeerin<br>gu-kulu<br>eur/kWe | Kütuse<br>maksumus |            |
|-------------------------------------------------|-------------------|----------------|--------------------------------------------|--------------------|------------|
| Põlevkivi keevkiht                              | 40                | 0,32           | 2005                                       | 24,9               | eur/t      |
| Põlevkivi uttegaasi elektrijaam                 | 30                | 0,3            | 3505                                       | 24,9               | eur/t      |
| Biomassil töötav suur kondensatsioonelektrijaam | 30                | 0,32           | 3005                                       | 41,0               | eur/t      |
| Biomass CHP                                     | 30                | 0,45           | 2505                                       | 41,0               | eur/t      |
| Sisepõlemismootoriga gaasielektrijaam           | 25                | 0,6            | 655                                        | 867,7              | eur/1000m3 |
| Lihtsükliga gaasiturbiin (OCGT)                 | 25                | 0,6            | 705                                        | 867,7              | eur/1000m3 |
| Kombineeritud tsükliga gaasiturbiin             | 30                | 0,6            | 1405                                       | 867,7              | eur/1000m3 |
| Väike tuumajaam (SMR)                           | 60                | 0,33           | 7030                                       | 10,0               | €/MWh      |
| Tuul (maismaa)                                  | 25                | 1              | 1330                                       |                    |            |
| Tuul (meri)                                     | 30                | 1              | 2800                                       |                    |            |
| Päike                                           | 25                | 1              | 880                                        |                    |            |

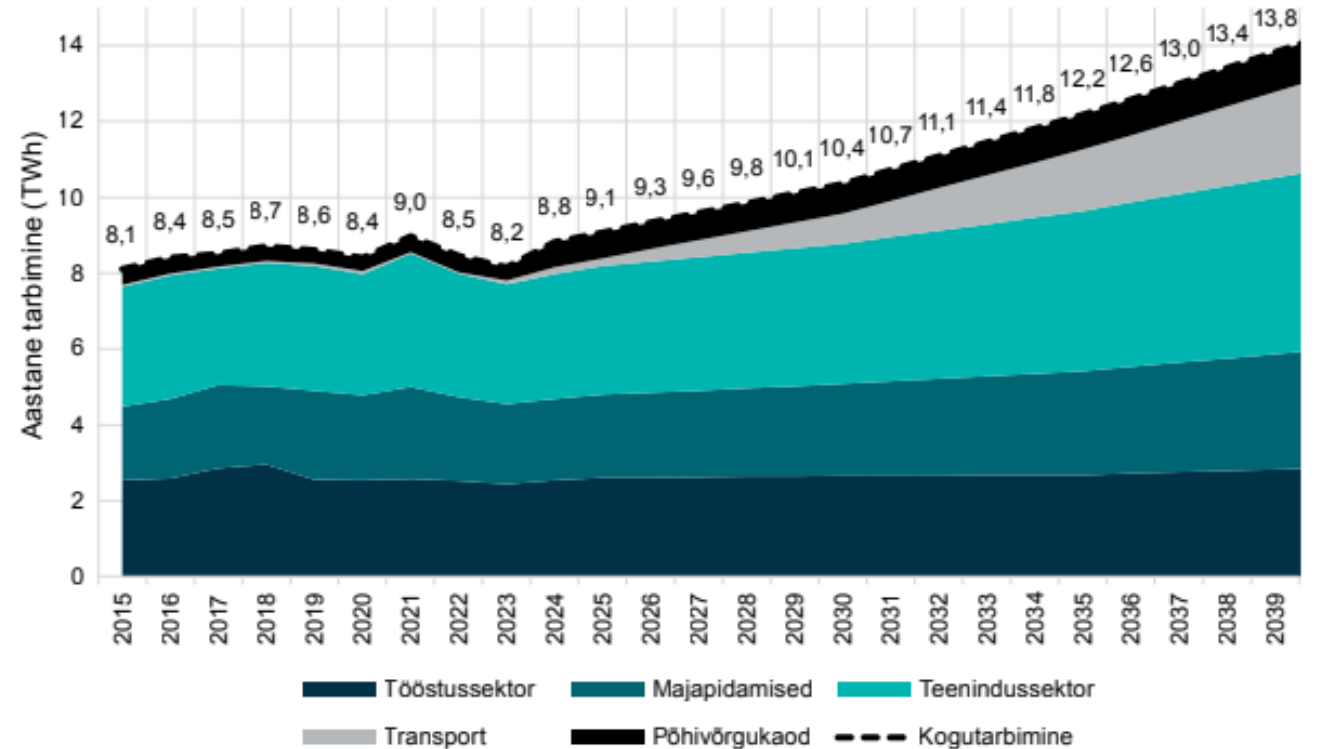
Impordi/eksporti keskmine  
turuhind (2024.05-2025.05  
tegeliku põhjal)  
- Import 104 €/MWh  
- Eksport 50 €/MWh

Investeeringukulude ja tehniliste näitajate andmed peamiselt: Technology Data for Generation of Electricity and District Heating <https://ens.dk/en/analyses-and-statistics/technology-data-generation-electricity-and-district-heating>

# ELEKTRITARBIMISE STSENAARIUMID

- Tänapäevane elektri tarbimine *ca* 8,8 TWh/aastas
- Prognoosid 2035 aastaks:
  - **ENMAK:** Elektrienergia tarbimine 15,4 TWh (uus puhas tööstus).
  - **Elering:** Elektrienergia tarbimine 12,2 TWh.
  - **Konservatiivne:** *ca* 9 TWh (praegune tarbimismaht).

**Küsimus: Milline on tulevikus tarbimise kasvu allikas?**



*Allikas: Eleringi varustuskindluse aruanne 2024*

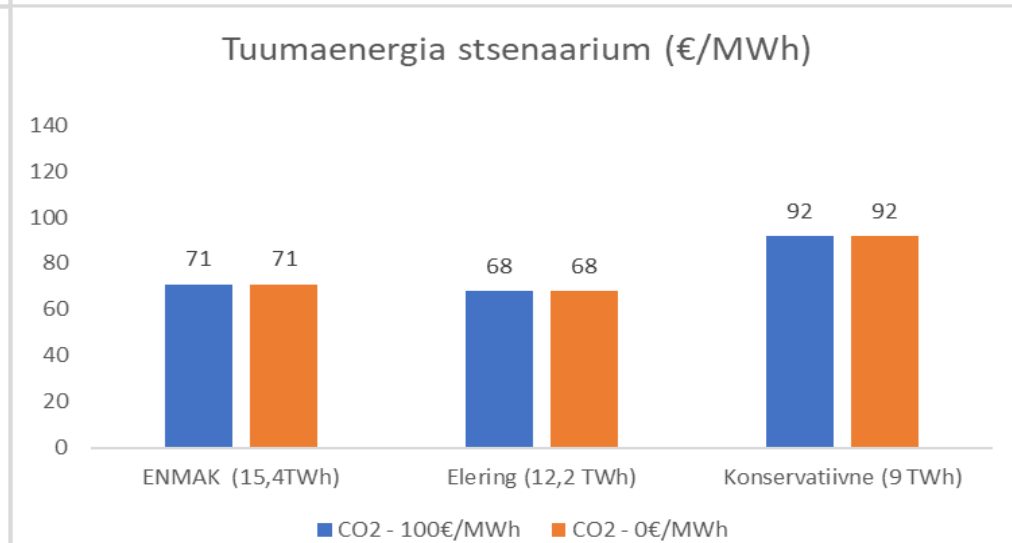
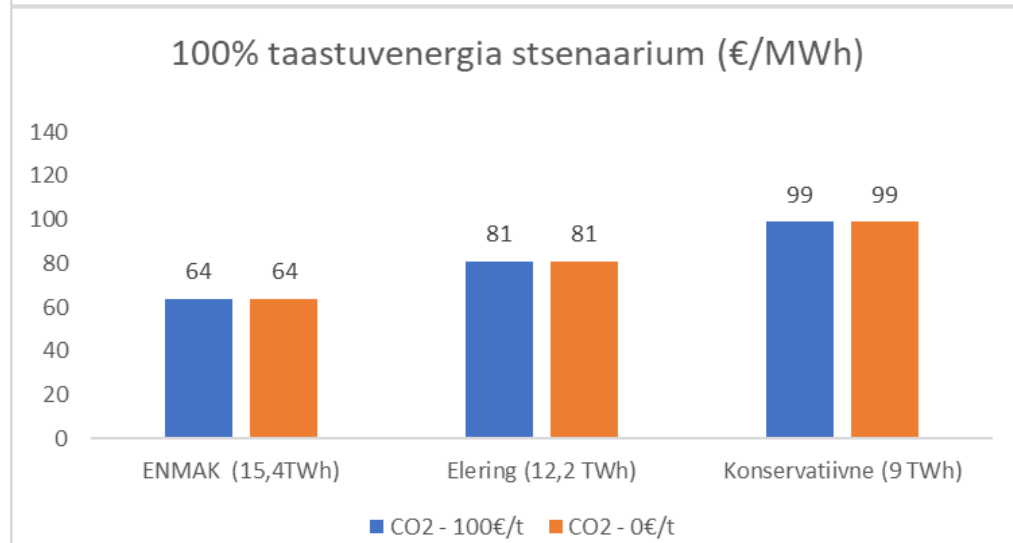
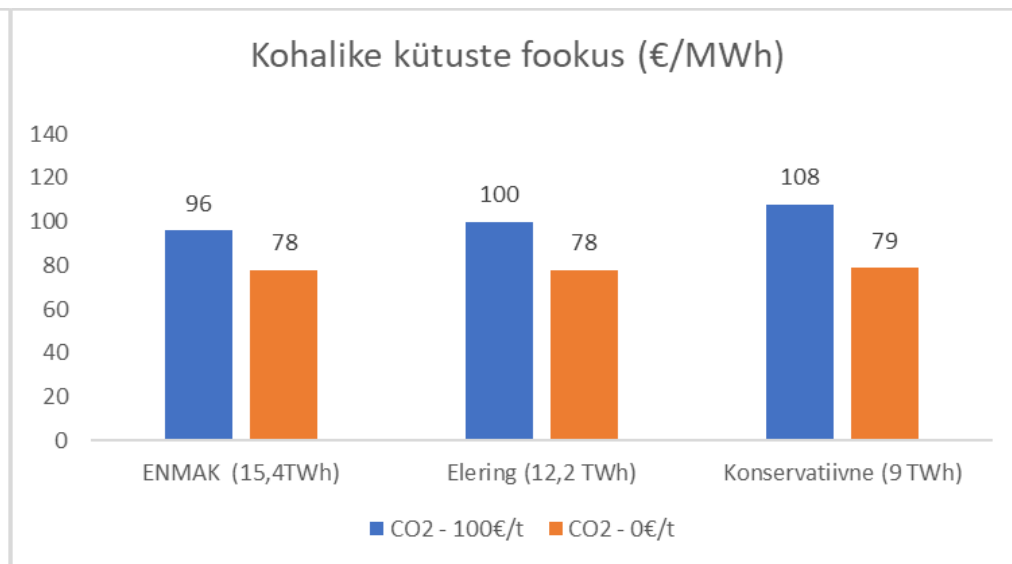
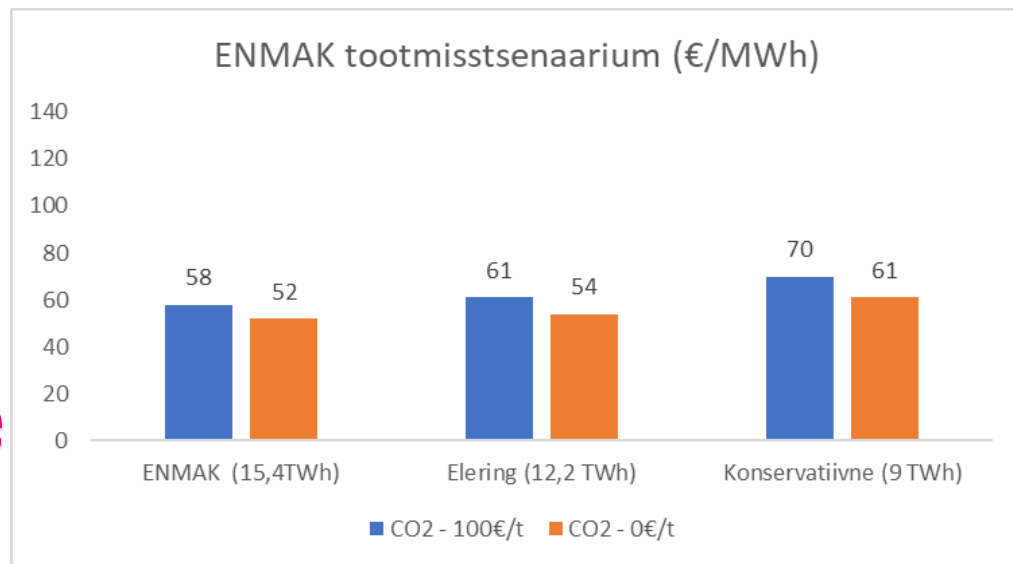
# METOODIKA: LÄHTUB LCOE PÕHISEST LÄHENEMISEST NING EELDUSEST ET TARBIJA (NII KOHALIK KUI VÄLINE) KATAB TOOTMISE KULUD

- LCOE põhineb 2035 aasta prognoosidele
- Igale elektritootmise on leitud LCOE arvestades tema kasutustunde / 2022 põhjal skaleeritud tunnise mudeliga (Tulevikus plaan kasutada modelleerimiseks dünaamilist mudelit!!)
- Iga elektritootmise tehnoloogiale leitud summaarsed aastased kulud = LCOE x toodetud elekter
- Summaarne kulu:
  - Kõigi tootjate kulud on summeeritud
  - Maha on lahutatud ekspordist teenitud tulu
  - Juurde on lisatud impordist tekkinud kulu
- Stsenaariumi indikaator (€/MWh) = Summaarne kulu (€) / aastane elektritarbimine (MWh)

**NB! LCOE kalkulatsioon on tehtud arvestamata raha väärtuse muutumisega ajas.**

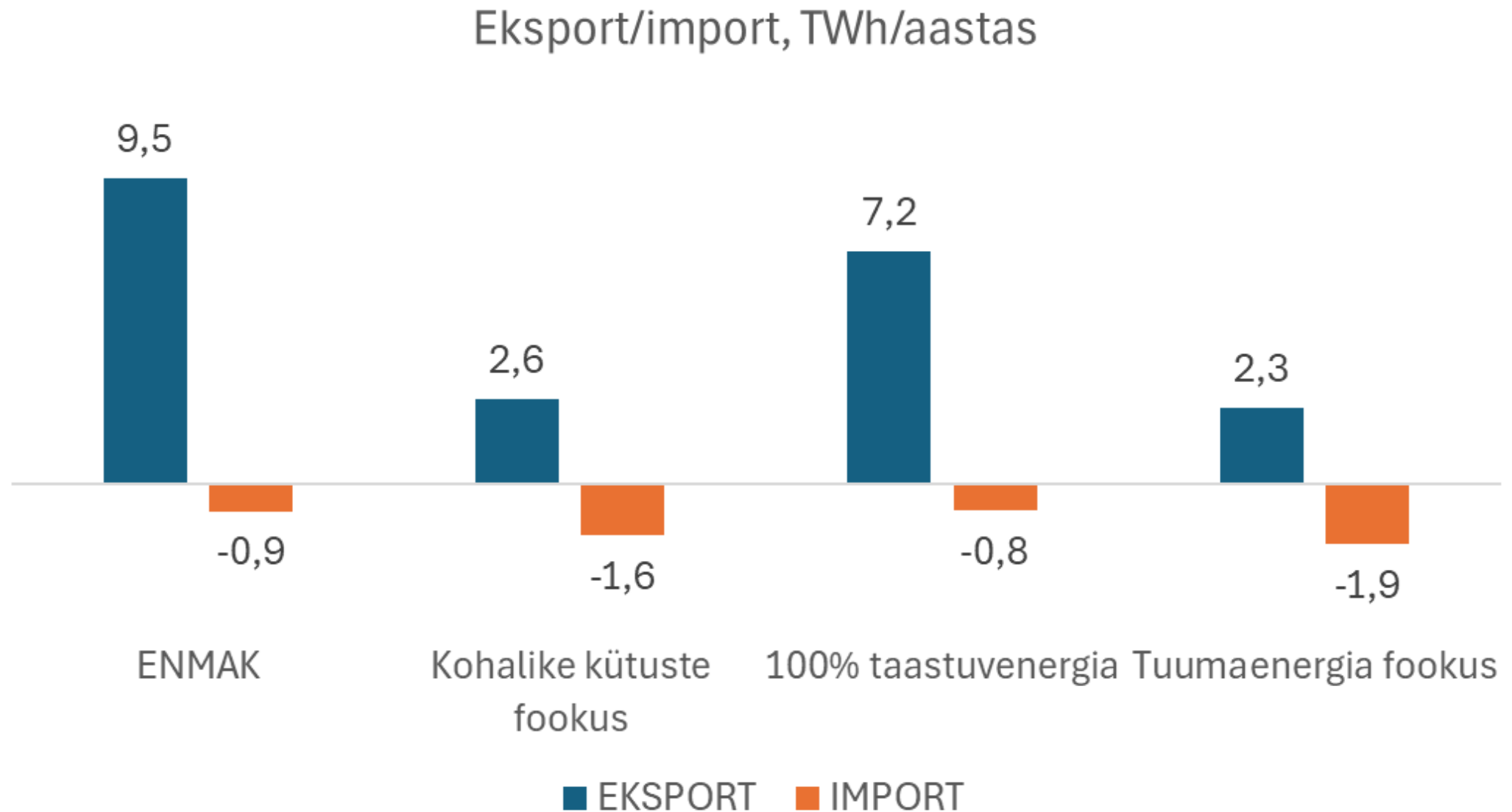
# MILLISED VALIKUD JA ARENGUD MÕJUTAVAD ELEKTRI MAKSUMUST?

Elektritarbimise  
maht on  
suurima  
mõjuga!!



**NB! Toodud on vaid elektri tootmishind (LCOE põhine), mis ei sisalda reserve ega võrguga seotud kulusid (hetkel ca 50% lõpphinnast)**

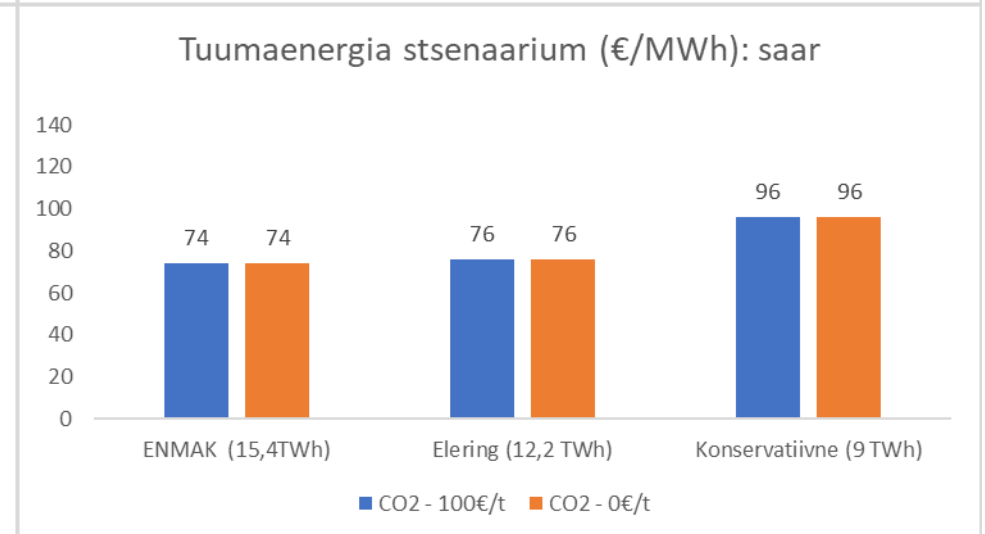
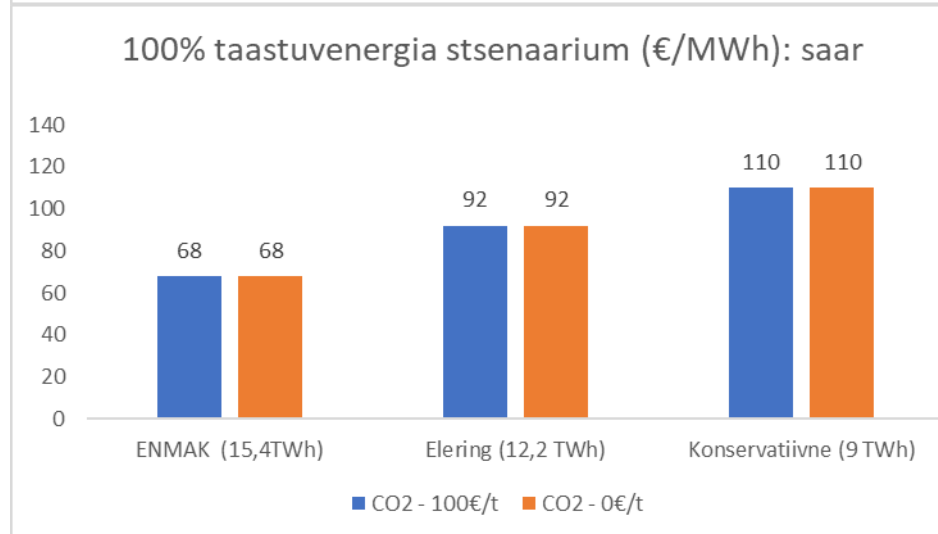
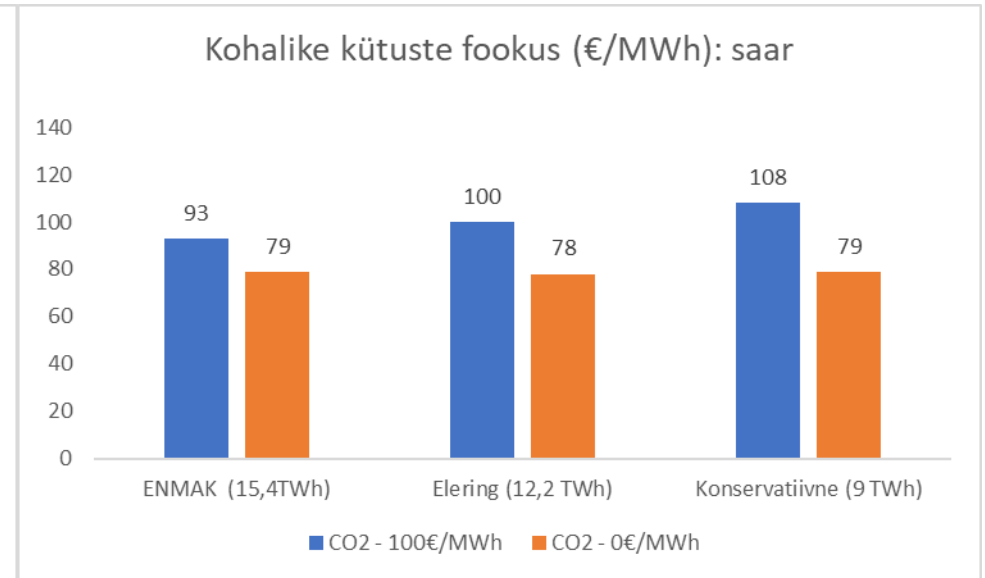
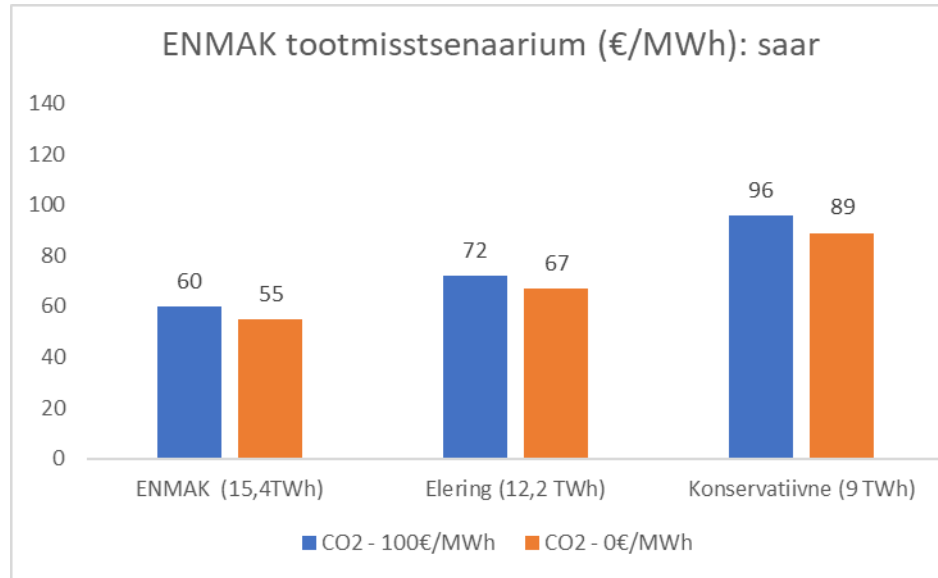
# EKSPORT, IMPORT KONSERVATIIVSE TARBIMISTSENAARIUMI KORRAL (9 TWH/AASTAS)



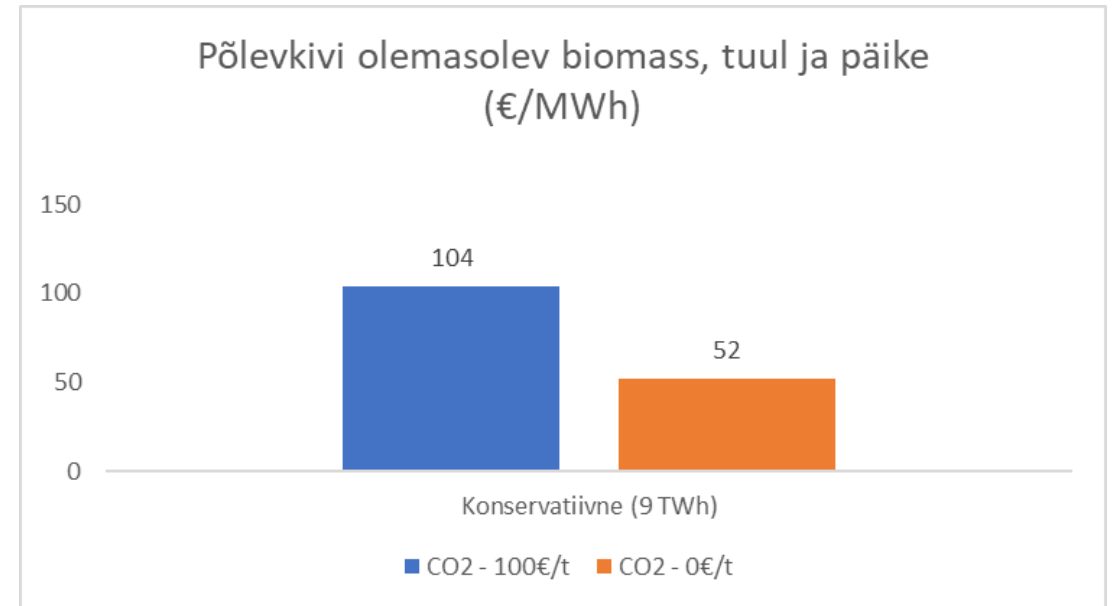
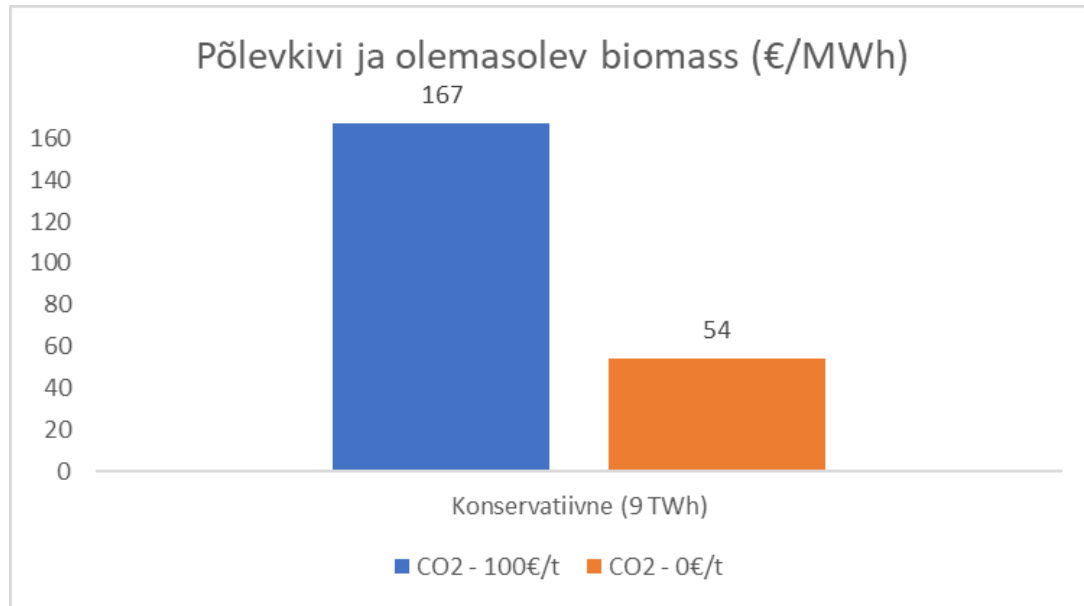
# JUHUL KUI EESTI TÖÖTAKS ENERGIASAARENA?

## KOHALIK ENERGIAVARUSTUS – PUUDUB EKSPORT, IMPORT

Lisanduvad  
reservide ja  
sageduse  
hoidmisega  
seotud  
täiendavad  
kulud!!



# KUI EESTIS OLEKS VAID PÕLEVKIVI NING EKSPORT/IMPORT PUUDUB



# KOKKUVÕTE

- **Lõpphinna struktuur** - võrgutasud, süsteemiteenused, maksud ja subsideerimised moodustavad valdava osa tarbija makstavast arvest; spot-börsihind on järjest väiksema osakaaluga.
- **Üleinvesteeringu oht** - kui tehakse kõrge ühikukuluga (LCOE) kohaliku tarbimise oluliselt ületavaid elektritootmise investeeringuid, kerkib elektri ühikuhind, tarbimine taandub ja riigi majanduslik konkurentsivõime kahaneb
- **Tarbija baasi tähtsus** - lõpphinna kujunemisel on otsustav tarbijate hulk, kes katab võrgu-, reservi- ja subsideerimiskulud; tehnoloogiavalik üksi ei määra hinda. Tööstuse elektritarbimine tasakaalustab kulud; vastasel juhul muutuvad hinnad kodu- ja äritarbijatele sotsiaalselt talumatuks.
- **Kohalik vs import** - kohalik tootmine vähendab mitte üksnes hinnariske (import kallim kui tulu, mis saame ekspordist), vaid ka energiajulgeoleku ebakindlust, mis kaasneb suures mahus impordiga.
- **Juhitavate elektrijaamade lünk** - kütusel baseeruvate jaamade madal kasutustegur tulenevalt madala marginaalkuluga taastuvelektrijaamade osakaalust tõstab nende LCOE-d ja vähendab konkurentsivõimet energiaturul.
- **Hooajalise salvestuse lünk** - akutehnoloogia katab öö - päeva ja lühikesed tsüklid; suvise ületootmise ülekandmine talveks vaja P2X2P lahendusi.

**Tulevikus energia ei maksa midagi, võimsus kulla hinnaga – praegune energiapõhine turulahendus ei ole sel põhjusel jätkusuutlik.**



**TAL  
TECH**

**LOOME KOOS KINDLA  
ENERGIATULEVIKU!**