



**TAL
TECH**

KES VÕIDAB, KES MAKSAB – KAS EESTI ELEKTRIENERGEETIKAS ON OPTIMAALSEID VALIKUID?

Konverents “Kas Eesti konkurentsivõime nurgakivid kannavad?”, Riigikogu 24.09.2025.

Kadri Männasoo ja Einari Kisel

**TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOO**

EESTI TAASTUVELEKTRI EESMÄRK ON AMBITSIOONIKAS

■ Euroopa ambitsioon

- süsinikneutraalsus 2050 (2030: GHG ↓ 55% , 2040: ↓ 90%)
- 2030: taastuenergia osakaal tarbimisest 45% (min 42.6%)

■ Eesti taastuenergia osakaal tarbimisest

- 2022: 38.5%
- 2023: 41%
- 2030: 100%, ENMAK 2035 eelnõu 2035: >66%

■ Eesti taastuvelektri osakaal tarbimisest

- 2023: 32%
 - 2035: >80%
- ! Eesmärgist maha jääjate: Eesti, Kreeka, Iirimaa, Hollandi, Belgia ja Poola ühisnimetajaks on juhitava taastuvelektri nappus (hüdro-, geo-, bio-energia).

TAL
TECH

TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

Tuumaenergiat rakendavatel riikidel on taastuvelektri eesmärk madalam.

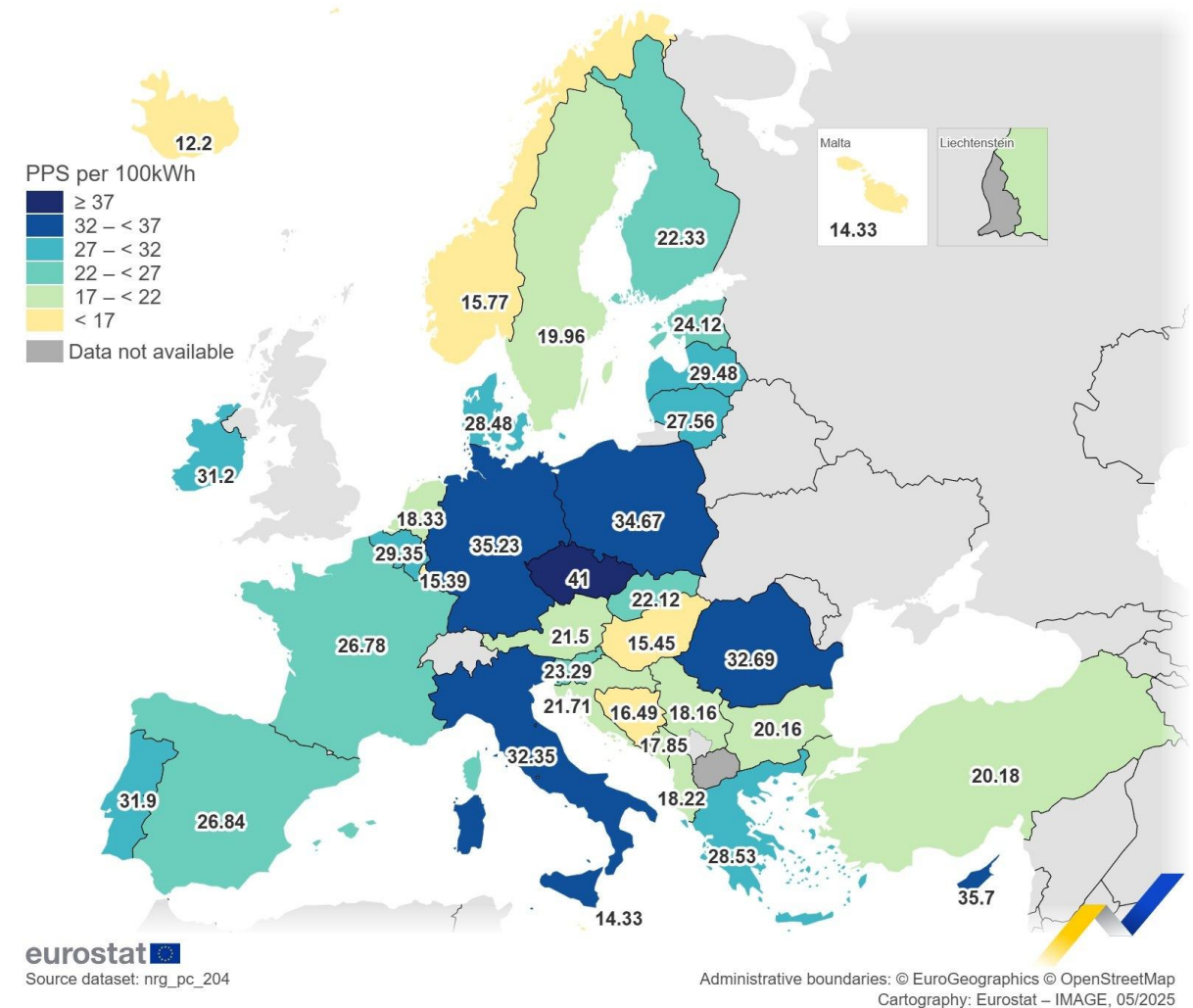


Allikas: EMBER. National Renewable Targets for 2030.

ELEKTIHINNAD MAJAPIDAMISTELE OSTUJÕU PARITEEDIS

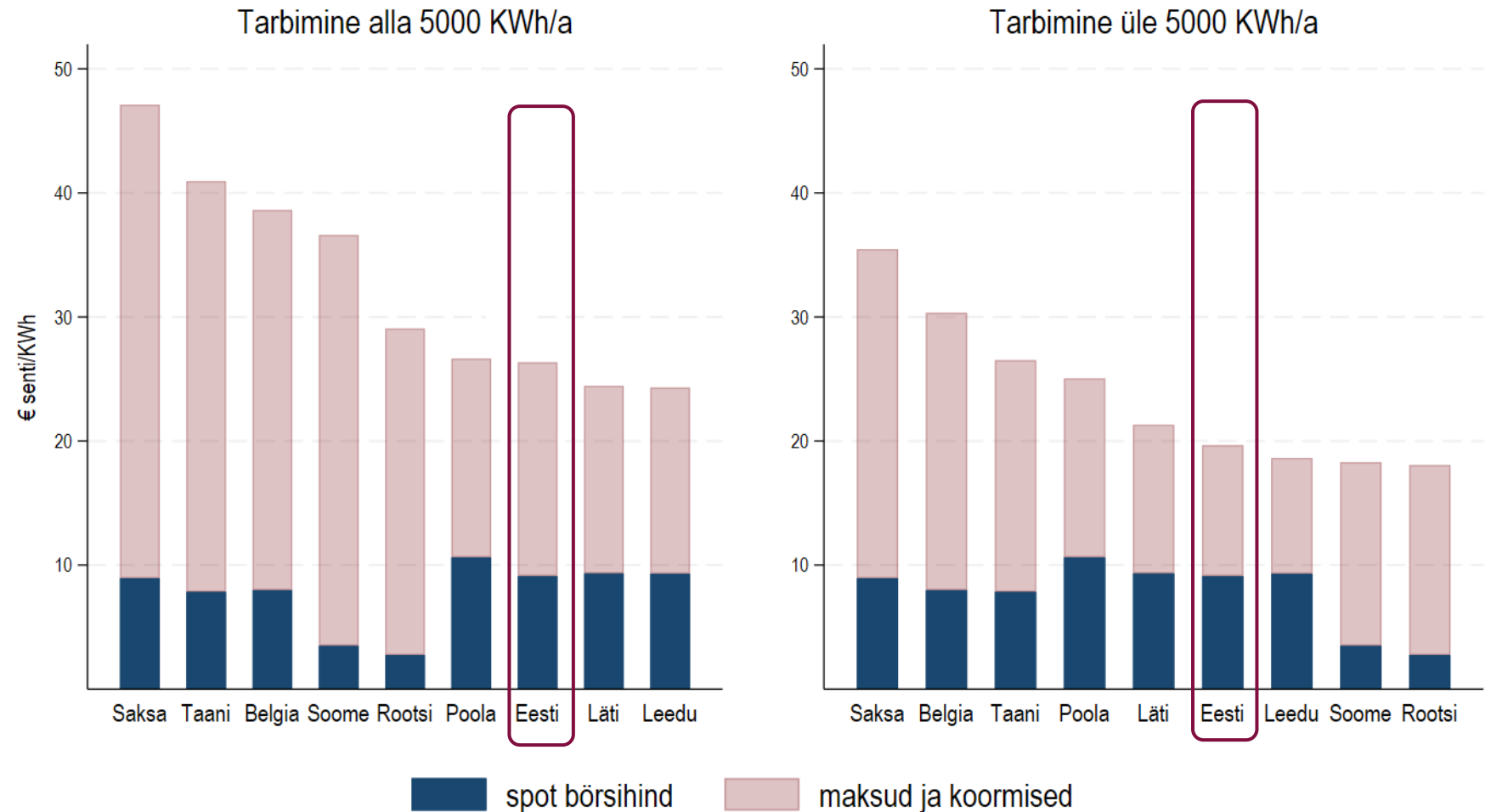
- Eesti tarbijale on elektrihind (PPS) Euroopa võrdluses keskmisel tasemel
- Eestiga võrreldaval tasemel on elektrihind Soomes, Hispaanias, Prantsusmaal ja Slovakkias
- Odavam on elekter tarbijatele Norras, Islandil ja Ungaris
- Tarbijale oluliselt kallim on elekter Poolas, Rumeenias, Saksamaal ja Itaalias.

Electricity prices for household consumers, second semester of 2024
(purchasing power standards (PPS) per 100 kWh)



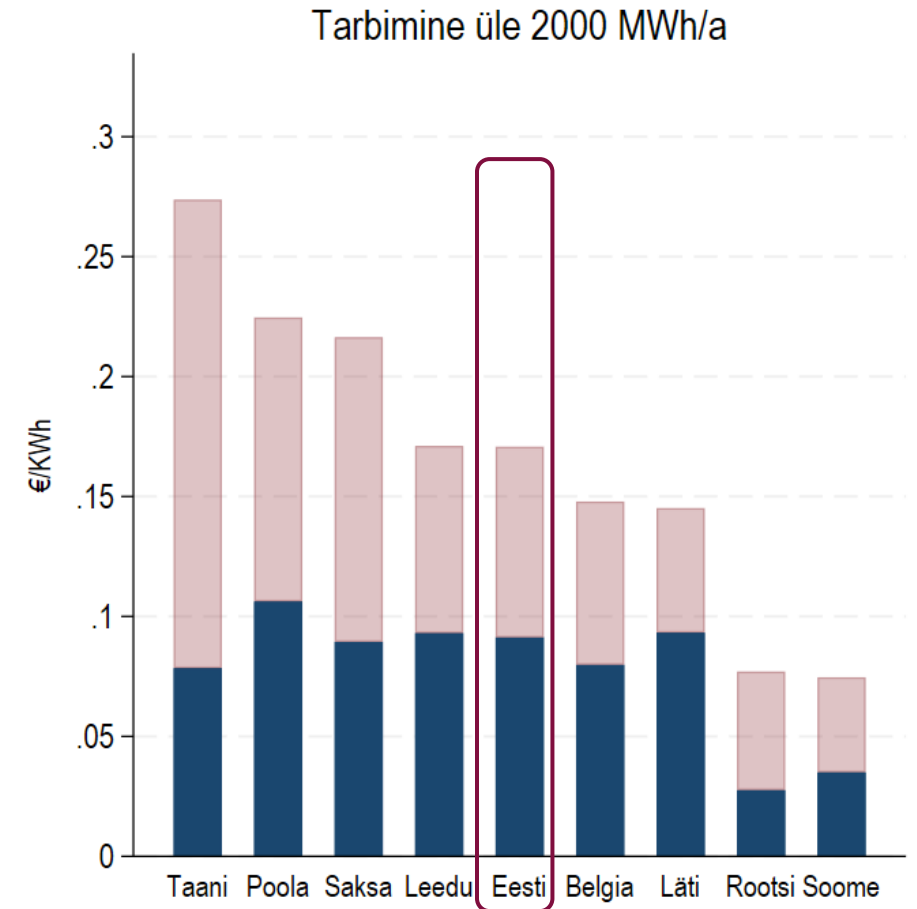
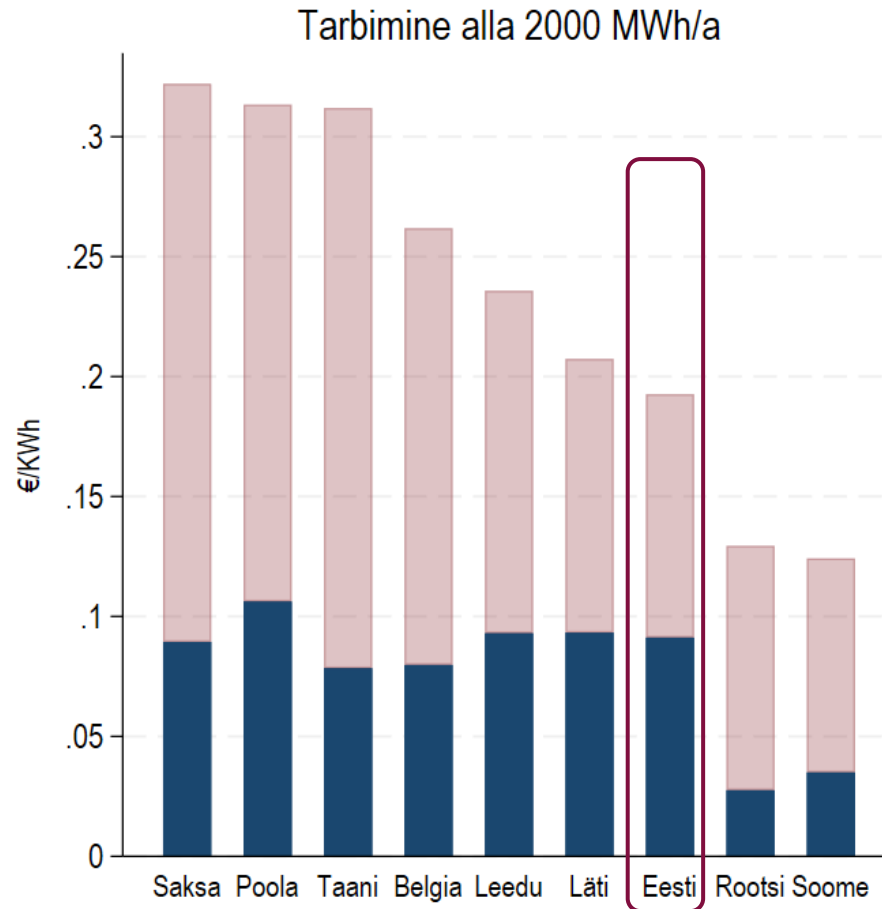
KODUTARBIJATE ELEKTRIHIND ON NAABERRIIKIDEGA VÕRRELDAV

- Kuigi elektri börsihind Eestis on Põhjamaadest kõrgem, siis hind tarbijale on võrreldav.
- Balti riikides ja Poolas on elektri börsihinnale lisanduvad maksud ja koormised madalamad kui Lääne- ja Põhja-Euroopas.



EESTI DIFERENTSEERIB SUUREMATE ÄRITARBIJATE HINDA VÄHEM

- Nominaalväärtuses on suurematele äritarbijatele hind soodsam, aga..
- konkurentriikides on diferentseerimine äritarbijate segmentides tugevam.



VÄLISÜHENDUSED

- Välisühendused tõstavad elektrivõrgu väärtust
 - + alloktiivne efektiivsus – tarbijateni jõuab odavam elekter
 - + energiasüsteemi tasakaalustamine ja koormuse hajutamine
 - + Peamiselt tuuleenergia tasakaalustamisel (Schlachtberger et al, 2017)
 - + energia varustuskindlususe tugevdamine
- Välisühendused on haavatavad riketele ja rünnakutele
 - Kannibaliseerivad kohalikku taastuvenergiat (Stiewe jt, 2025)
 - haavatavad riketele ja rünnakutele
 - ESTLINK2 ühenduse katkemine 25.12.24-20.06.25
 - SDID* analüüsi hinnanguna elektrihind tõusis Eestis ja Lätis 27-28 €/MWh

* Synthetic Difference-in-Difference (Arkhangelsky et al 2021)

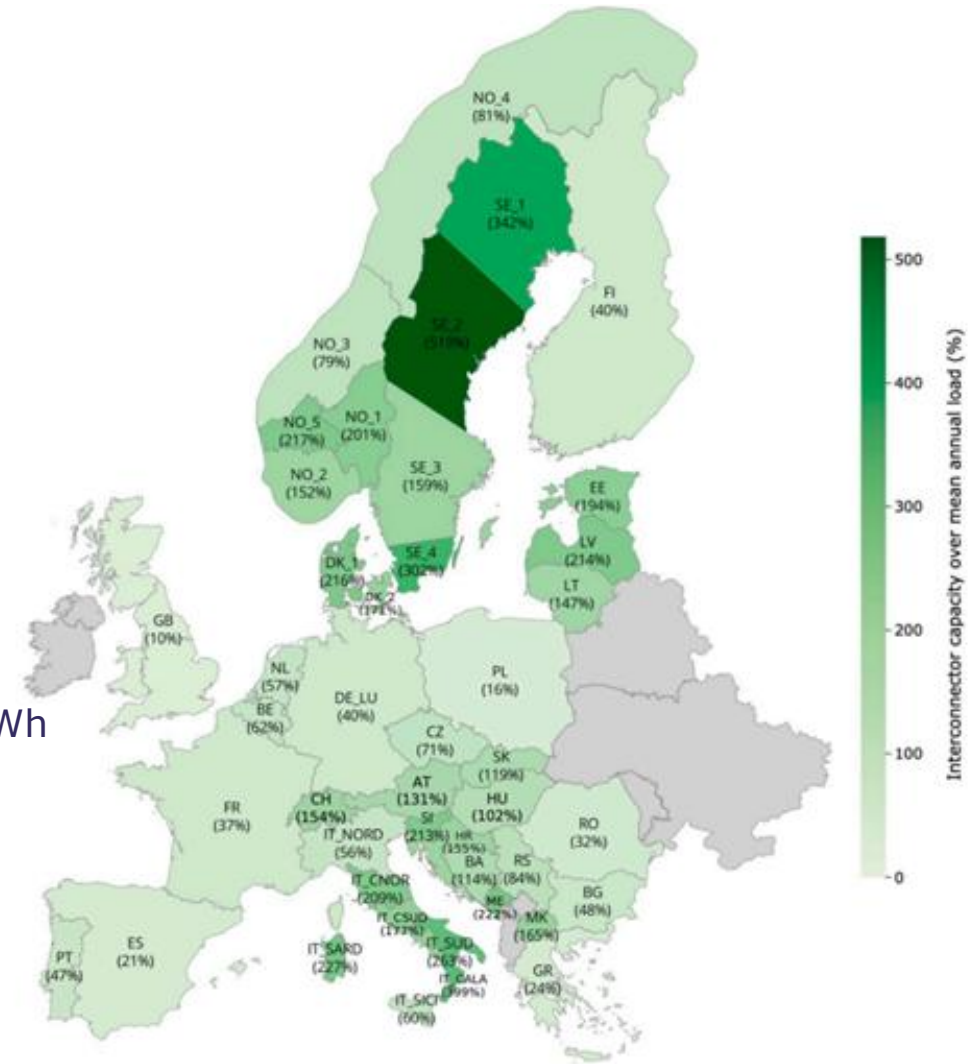
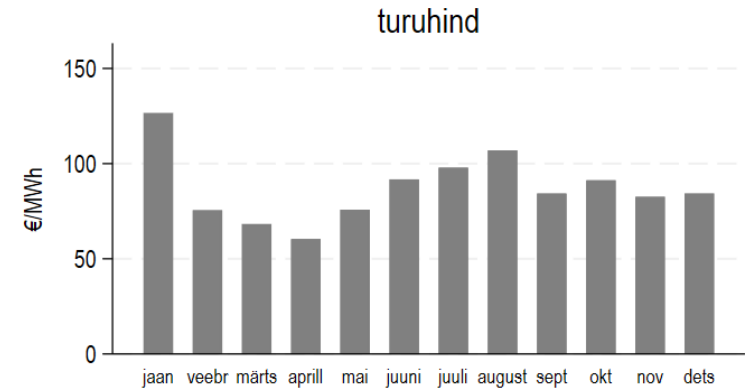
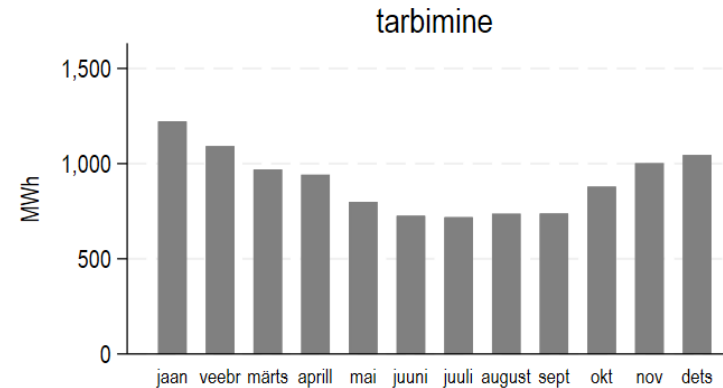
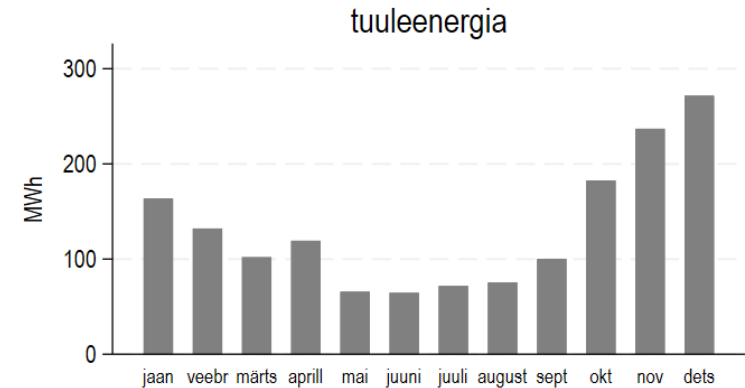
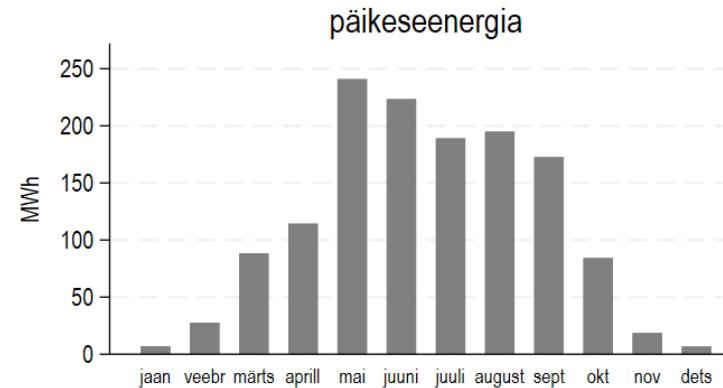


Fig. 1. European bidding zones and interconnector capacity.

Allikas: Stiewe et al (2025)

PÄIKESE- JA TUULEELEKTER ON SESOONSELT TASAKAALUSTAVAD

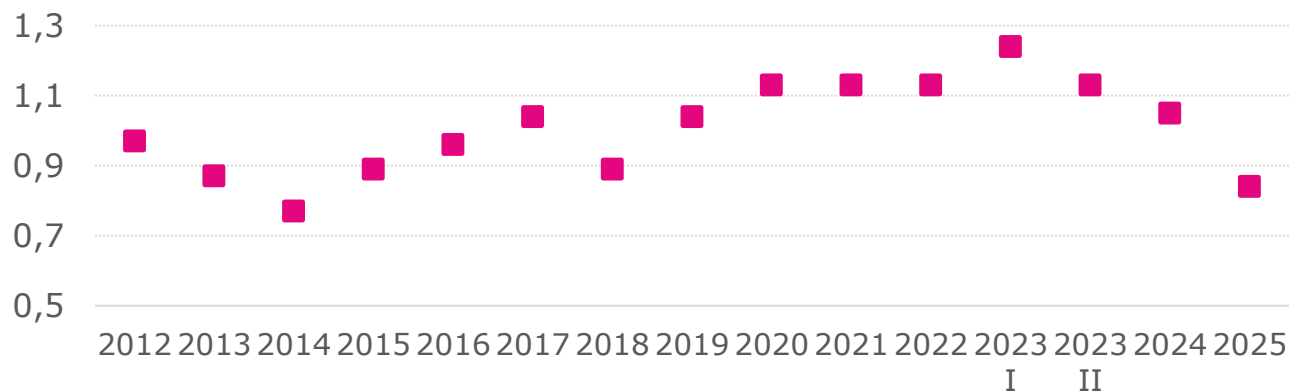
- 2024: alustas tööd Sopi-Tootsi tuulepark (255 MW)
- Soojuspumpade kõrge osakaal kütelahendustes toob kaasa tugevalt sesoonse tarbimise
- 2024 jaan-sept: ESTLINK2 rike mõjutas turuhinna arenguid



Arvutused Elering andmetel 2024. aasta, <https://dashboard.elering.ee/>.

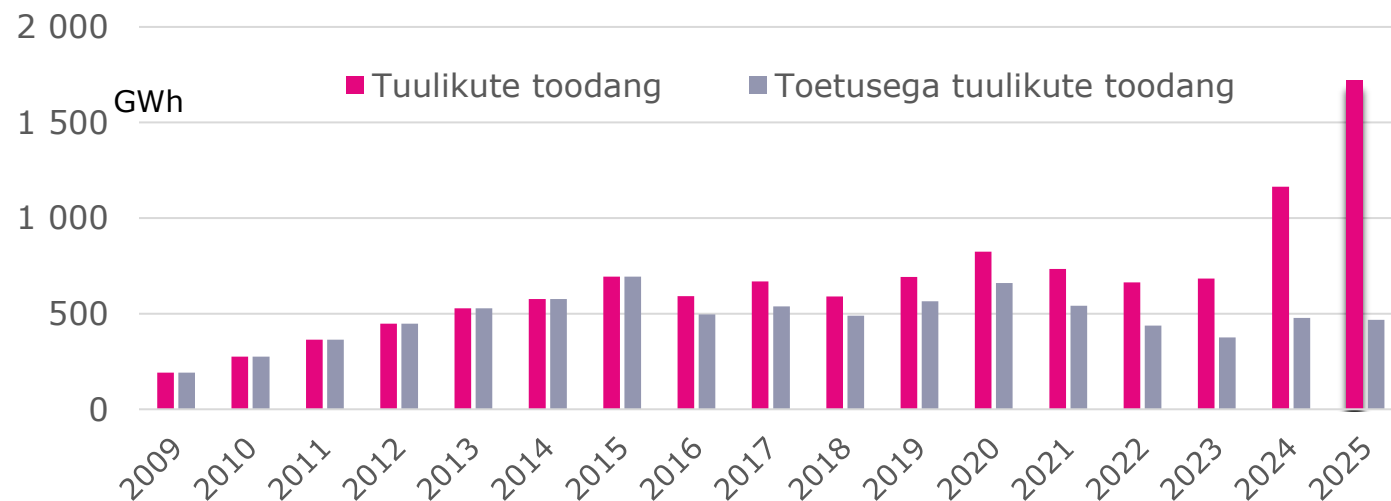
TOETUSED TAASTUVENERGIALE POLE KASVANUD

Taastuvenergia tasu määr, senti/kWh



- Ka tuuleelektrit toodetakse juba valdavalt ilma toetusteta
 - Sopi-Tootsi hübriidpark alustas 2024. aastal turupõhiselt

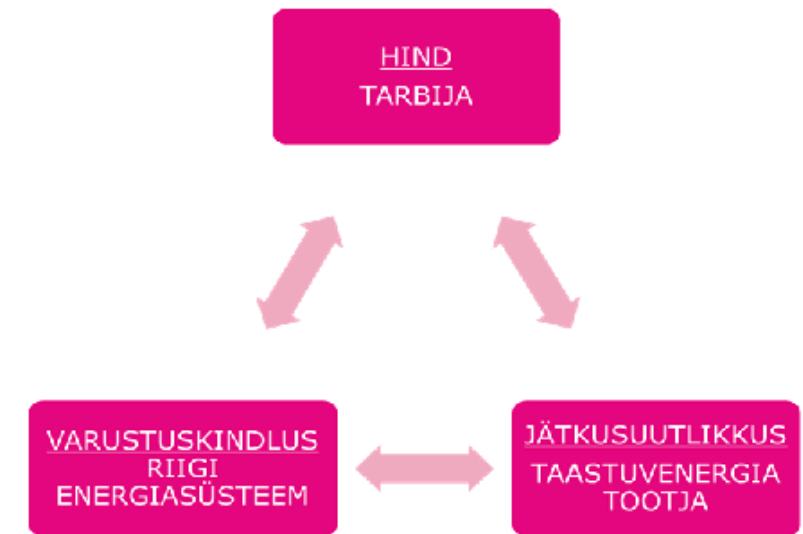
- Taastuvelektri tasu määr oli kõrgeim 2023. aastal, pärast seda on langemas
 - 2012-2015 valminud tuulikute 12 aastane toetuse periood lõpeb



Allikas: Elering (2025. aasta arvud on prognoos)

ENOMA EESMÄRK JA EELDUSED

- Mida tähendab mittejuhitava taastuenergia võidukäik: (1) tarbijale; (2) taastuenergia tootjale ja (3) energiasüsteemile
- Kuidas leida optimaalne Pareto lahend* huvikolmnurgas: (1) hind; (2) taastuenergia areng; (3) süsteemi tasakaal ja varustuskindlus?
- Mudel samaaegselt minimeerib tarbijahinda ja maksimeerib taastuenergia tootja ja energiasüsteemi netotulu.
- Optimeeritavateks parameetriteks on: (1) tarbimiskaja; (2) taastuenergia toetuste määr; (3) bilansiteenuse tariifid tarbijale ja tootjale.
- EELDUS: Elektritarbimine on perioodi keskmisena sama
 - Majandusteooria käsitleb elektritarbimist mitte-elastsena

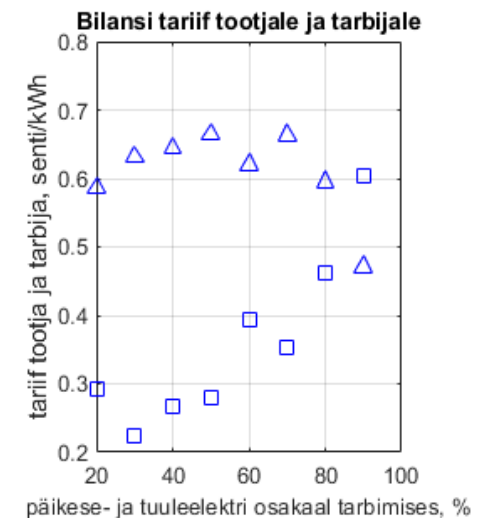
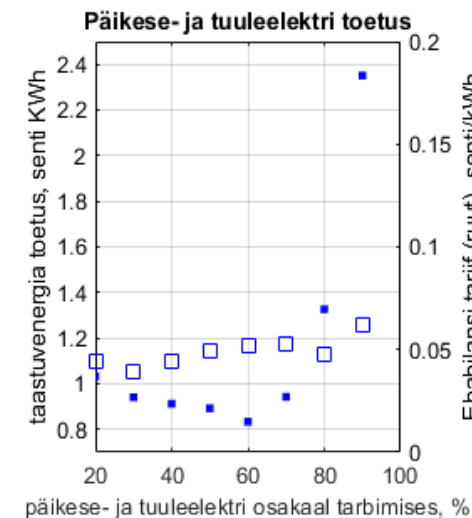
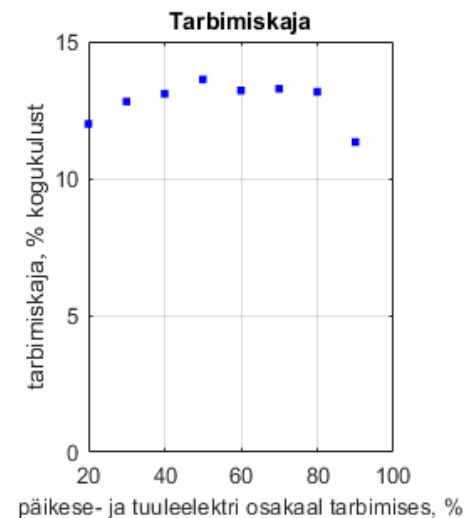
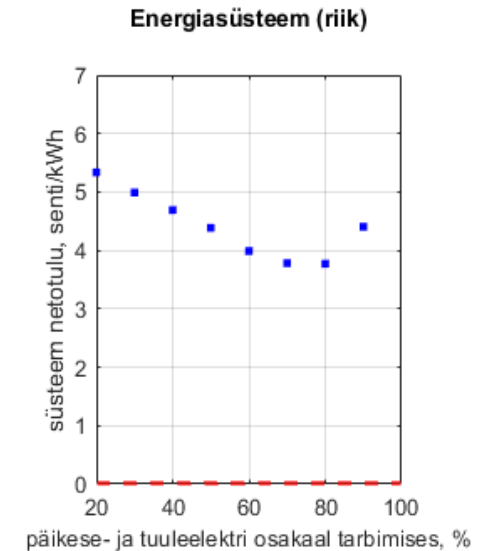
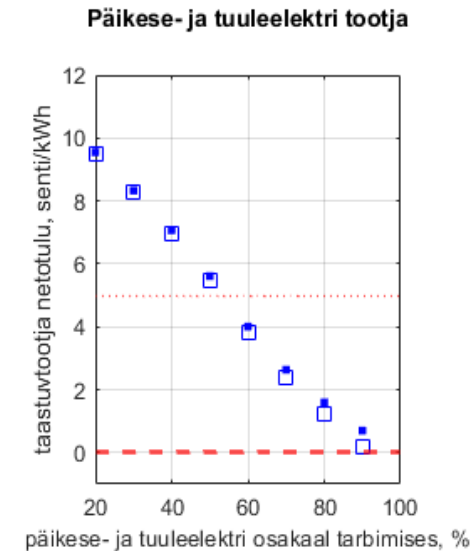
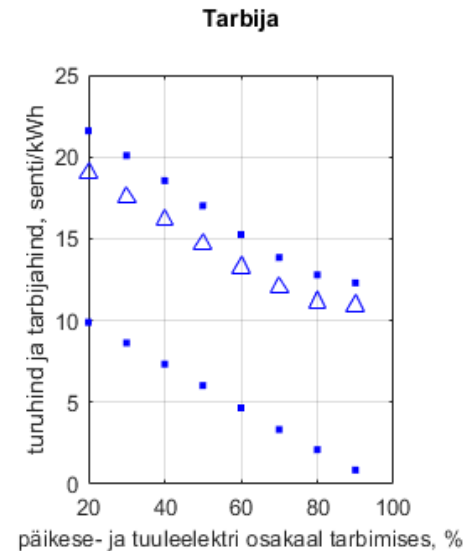


*Pareto lahend: ühegi osapoole kasu pole võimalik tõsta ilma vähemalt ühe teise turuosalise huve kahjustamata.

BAASSTSENAARIUM 2024. KESKMISTEL SISENDITE VÄÄRTUSTEL

Päikese- ja tuuleelektri kasv:

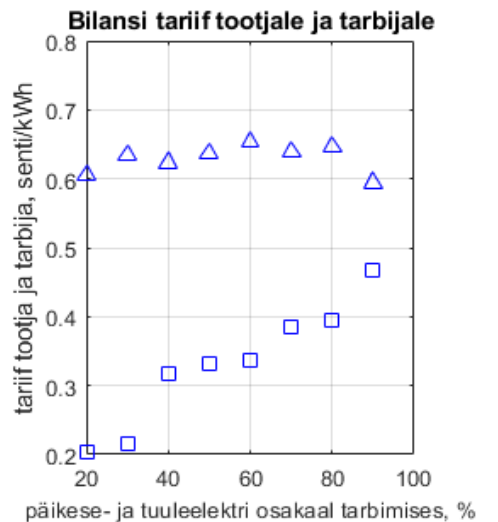
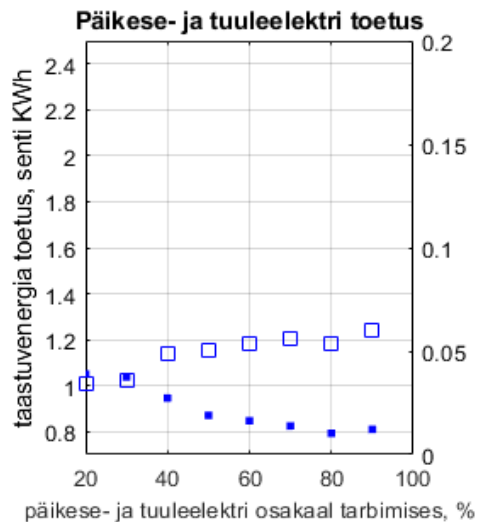
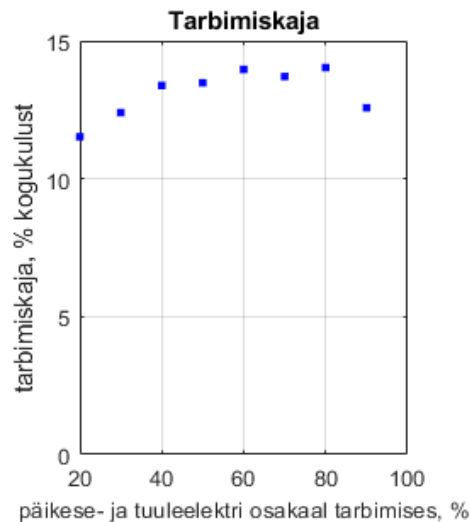
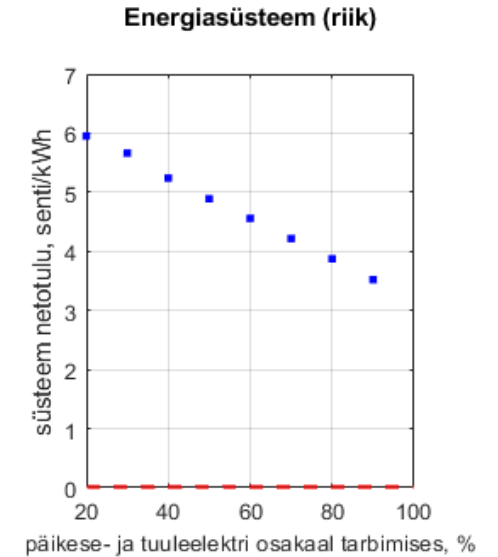
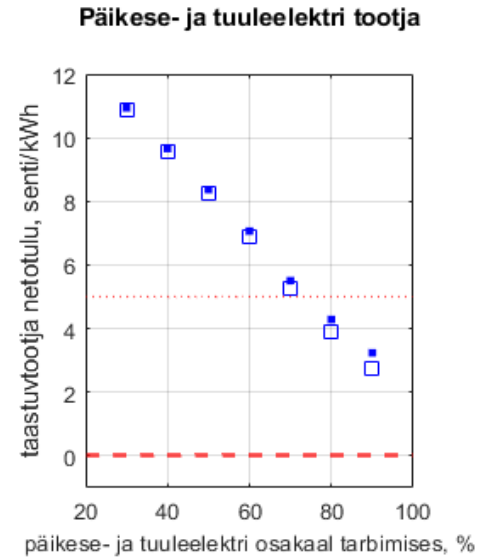
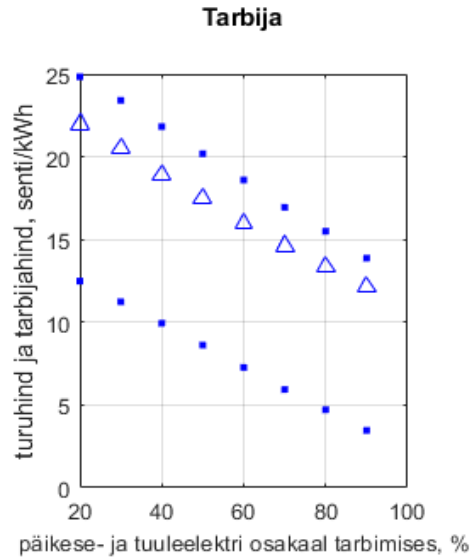
- langetab elektrihiinda tarbijale
- kahandab põlevkivi võimalusi pääseda turule ja vähendab riigi maksutuluseid elektrimüügit
- kannibaliseerib tuule- ja päikeseelektri (PTE) tootjate kasumit
- Päikese- ja tuuleelektri LCOE 50€/MWh jääb katmata kui osakaal on üle 50%.
- Toetuse vajadus kasvab hüppeliselt kui PTE osakaal kasvab üle 60%!



STSENAARIUM: KÕRGE MAAGAASIHIND 50 €/MWH

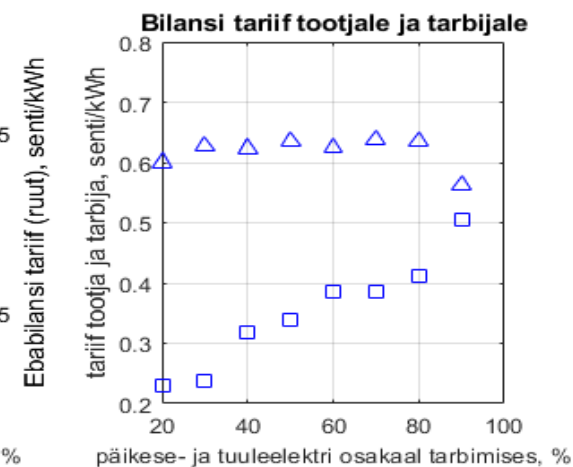
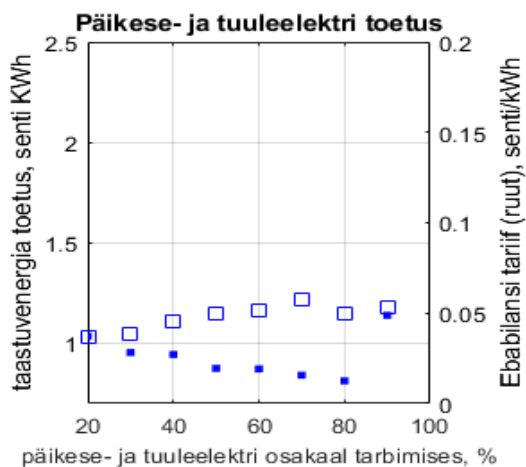
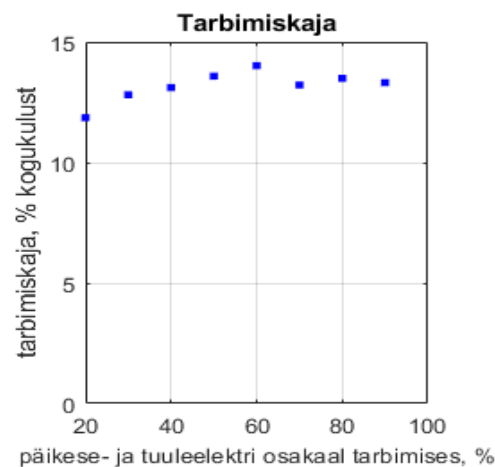
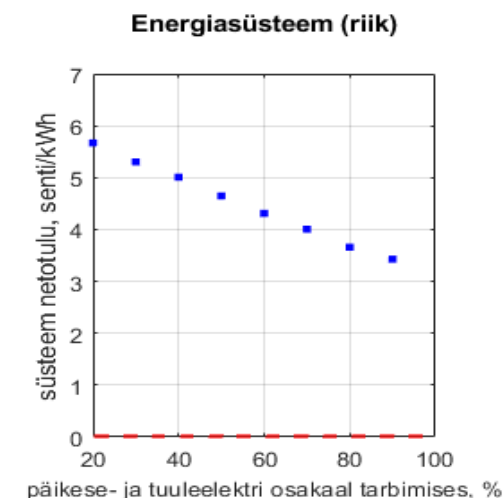
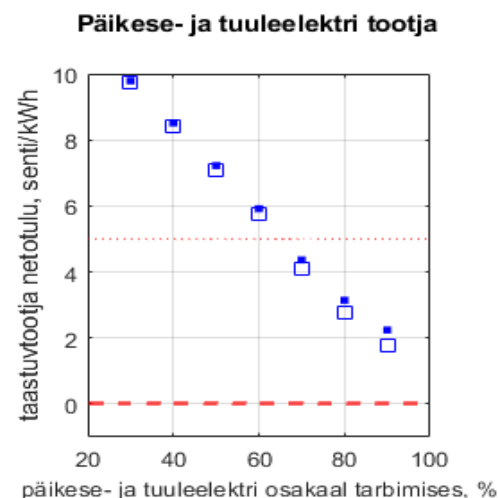
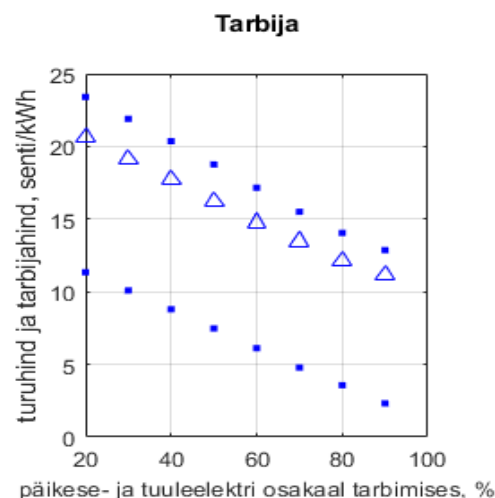
Kõrge gaasihind:

- tõstab elektri hindu tarbijale
- annab põlevkivielektrile turul võimaluse ja kasvatab riigi maksulaekumisi elektrikäibelt
- tõstab päikese- ja tuuleelektri tootjate konkurentsivõimet
- Päikese- ja tuuleelektri LCOE 50€/MWh kaetakse kuni PTE osakaaluni 70%.



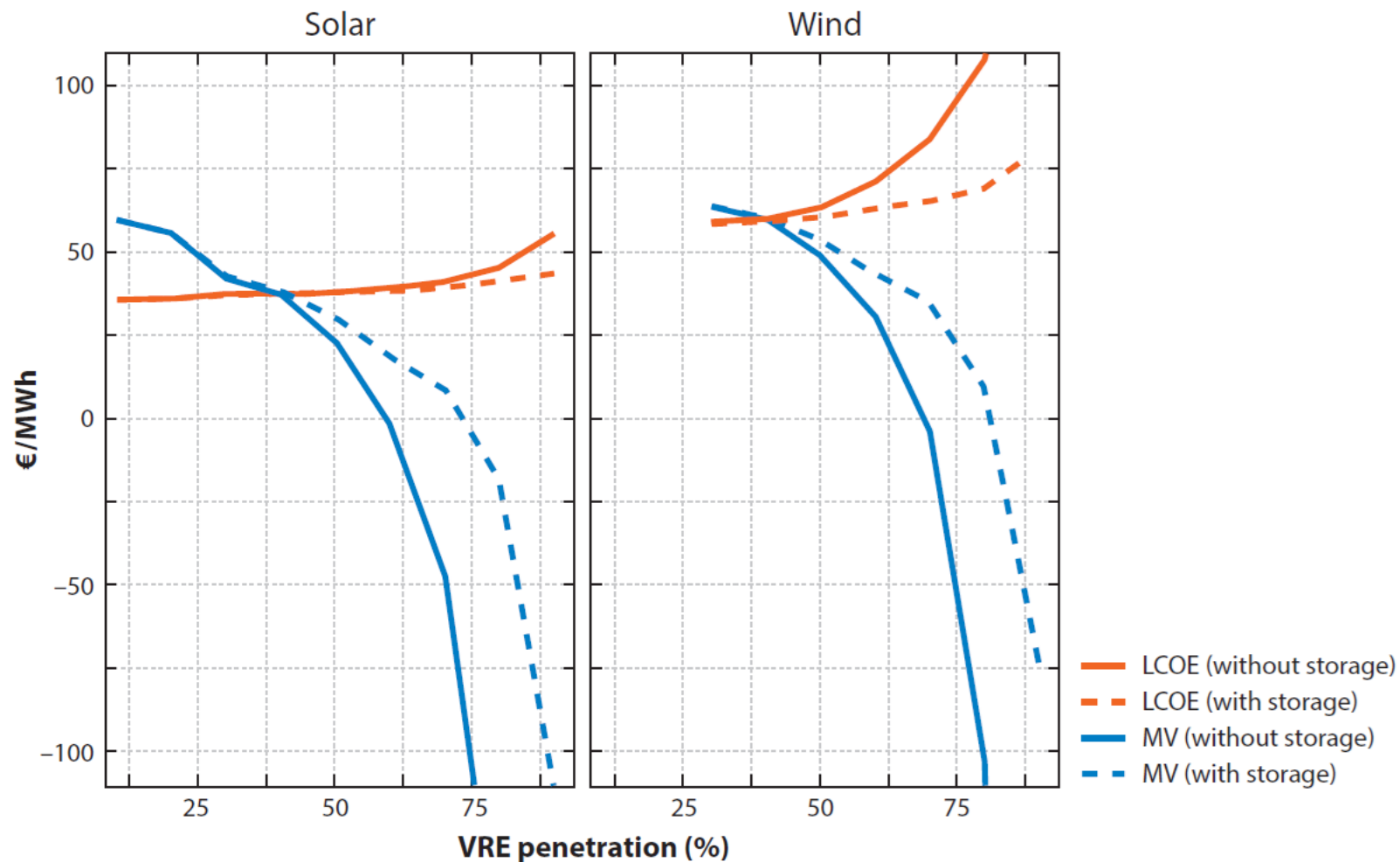
STSENAARIUM: CO2 HEITME KVOODIHIND 100 €/T

- ❖ ETS2 käivitumisega 2027 on ennustatud hüppeliselt kasvavat CO2 heitmekvoodi hinnatõusu
 - ❖ Bloomberg prognoos* 2030 € 149 m/t
- ❖ Päikese- ja tuuleelektri LCOE 50€/MWh kaetakse kuni PTE osakaaluni 60%.
- ❖ Toetusvajadus hakkab kasvama PTE osakaalust 80%.



LOPEZ PROL & SCHILL (2021) THE ECONOMICS OF VARIABLE RENEWABLE ENERGY AND ELECTRICITY STORAGE

- Päikese- ja tuulelektri turuväärtus muutub negatiivseks kui osakaal tõuseb kõrgemaks kui 60-70%.
- LCOE kaetakse tasemetel kus osakaal on ~40%
- Salvestusega on võimalik positiivset turuväärtust hoida kuni 75-80% osakaaluni



Simulatsioonimudel Saksamaa näitel.

* VRE – Variable Renewable Energy

JÄRELDUSED

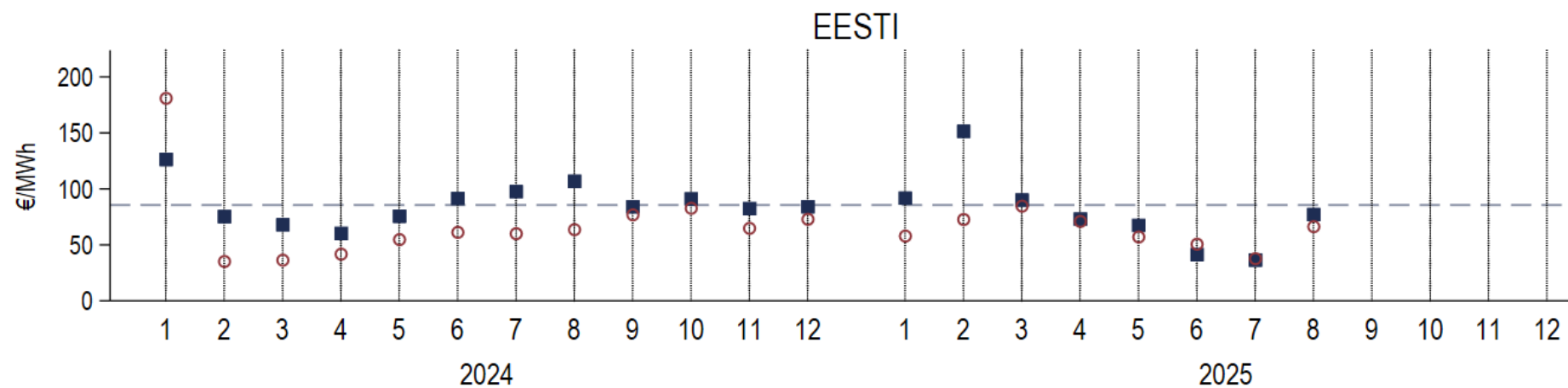
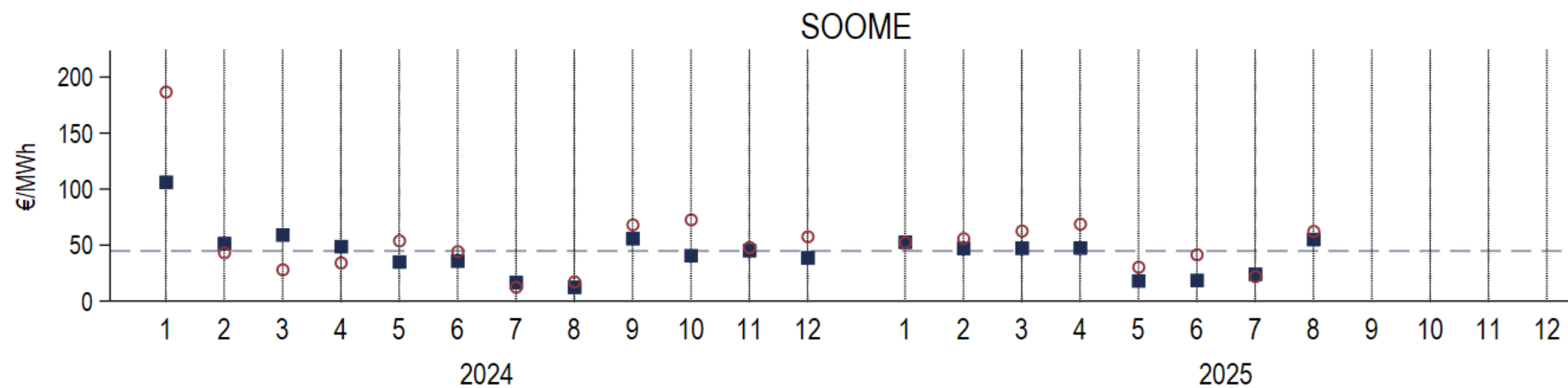
- Hoida pildis süsteemi tervik-, ehk trilemma-vaade, mis hõlmab nii tarbija, taastuvenergia sektori kui energiasüsteemi tasakaalu huve.
- Kliimaneutraalset ja soodsat elektrit saab tarbijale tagada üksnes terviklik, optimaalne ja integreeritud energiasüsteem.
- Tuule- ja päikeseenergia ekspansiivse kasvu debatist on vaja edasi liikuda hübriidlahenduste, uute tehnoloogiate kasutuselevõtu ja integratsiooni arutellu, mis loob uusi võimalusi ka päikese- ja tuuleenergiale.
- Energiasüsteem peab akumuleerima piisavalt ressursse ja investeerima, et tagada süsteemi tasakaal ja varustuskindlus täna ja tulevikus ja seda oluliselt kõrgema CO2 heitmekvoodi hinna tingimustes.
- Täiendava varustuskindluse ja optimaalse elektrihinna saavutamiseks on vaja arendada ja kindlustada koostööd ja välisühendusi naaberriikidega.

**TAL
TECH**

TÄNAN!

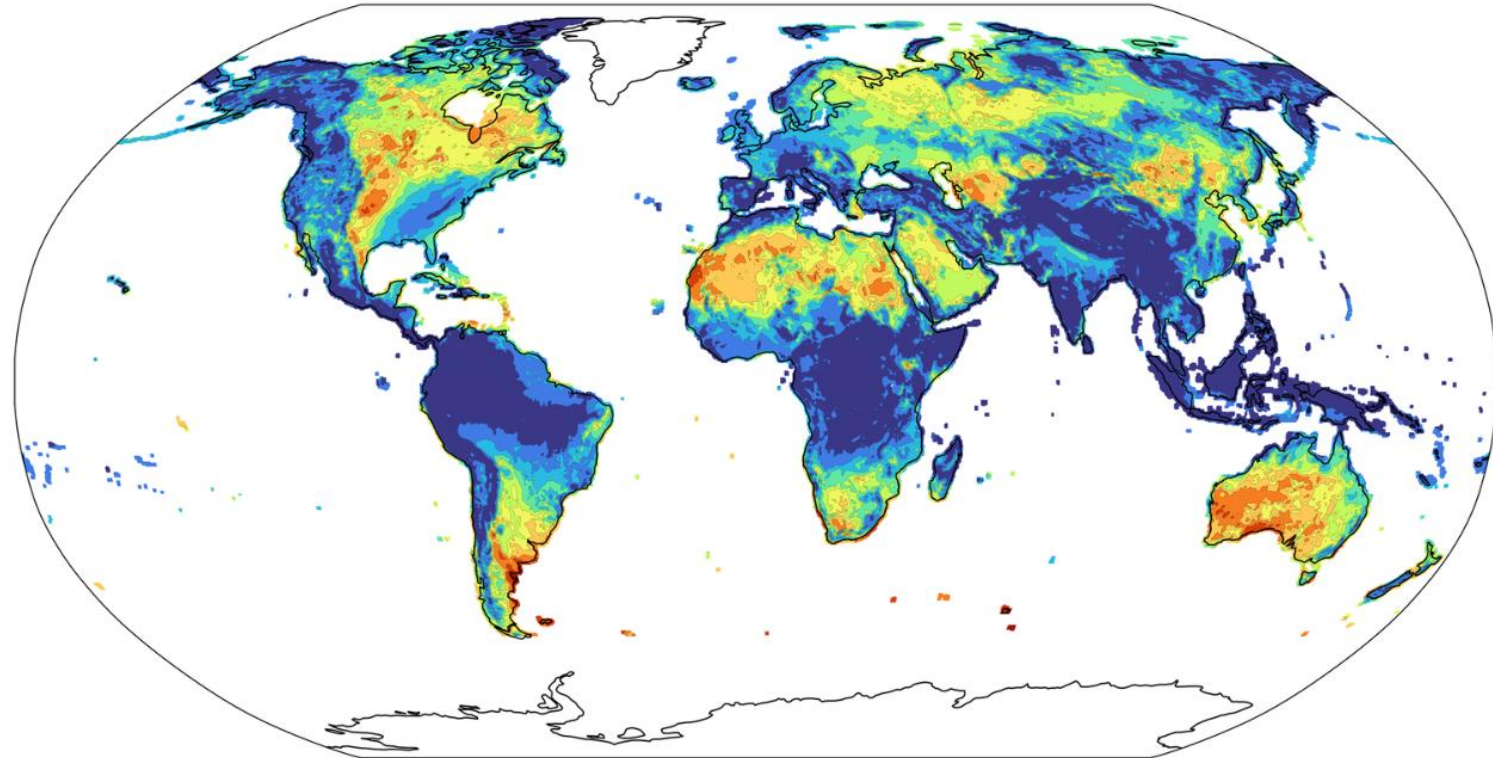
KESKMINE HIND JA VOLATIILSUS EESTIS JA SOOMES

- Soomes oluliselt madalam keskmine hind ja volatiilsus ületab (enamasti) keskmist hinda
- Eestis keskmine hind kõrge, volatiilsus madalam.
 - 2025 aastal rohkem keskmise hinna ja volatiilsuse koosliikumist



TUULEENERGIA POTENTSIAAL GLOBAALSELT

- Antonini et al (2024) Identification of reliable locations for wind power generation through a global analysis of wind droughts. *Nature. Commun Earth Environ.*
 - Käsitlevad lisaks tuuleenergia võimsuse potentsiaalile ka ilmastiku ja sesoonsusega seotud tuulepõua riske.
 - Euroopa potentsiaal pigem alla keskmise
 - Parim potentsiaal Kirde-Euroopas, eriti Soomes
- 2024. aastal moodustas Balti riikide elektritoodang kokku alla 30% Soome tootmisest.
- Schlachtberger et al (2017) välisühendused võimaldavad oluliselt rohkem tuuleenergiat integreerida.

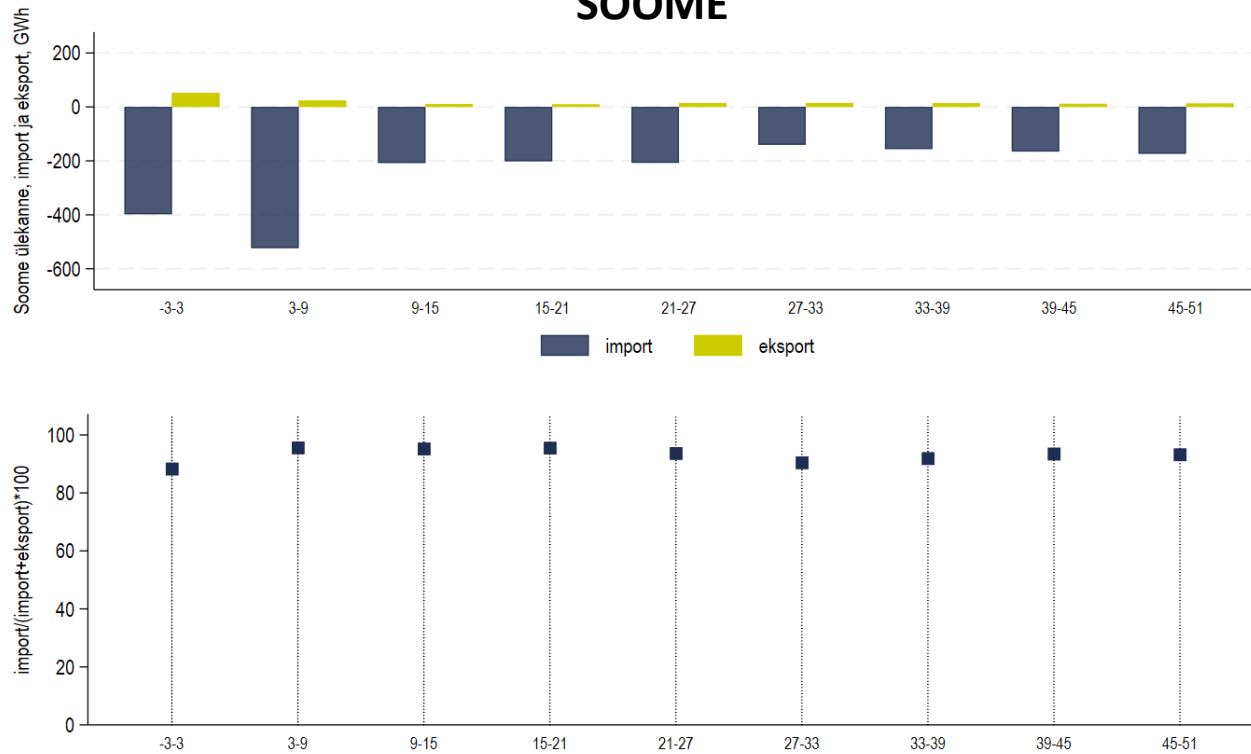


Areas with abundant and reliable wind power

Minimum percentile rank across power density, seasonal variability, and weather variability

ELEKTRI ÜLEKANNE JAOTUS HINNAVAHEMIKE LÕIKES 2024-2025

SOOME



- Netoimport Soomest ja netoeksport Lätist kõigis hinnavaheemikes
- Suurim impordimaht Soomest hinnaga alla 9 € senti/KWh
- Import Soomest peegeldab odava elektri edasi liikumist Lätti.
- Import moodustab 85-95% elektrikaubandusest Soomega

- Mida kallim on elektrihind, seda väiksem on ekspordi ja suurem impordi osakaal elektrikaubanduses Lätiga.

LÄTI

