



TAL TECH

OPTIMAALSETEST VALIKUTEST ENERGEETIKAS: MIS ROLLI MÄNGIVAD VÄLISÜHENDUSED?

Konverents “Eesti majanduse järgmised valikud”, Riigikogu 30.09.2026.

Kadri Männasoo

Eriteemade autorid: **Hannes Agabus, Einari Kisel ja
Hakan Berber**

**TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL**

Börsihinnast kodutarbija lõpphinnani, € senti/kWh

Kulurida	Odav tund	Kumul. %	Tiputund	Kumul. %
Börsihind senti/kWh	2,400	25,4%	24,000	56,3%
Võrgutasu: öö / tipp	3,030	57,5%	8,180	75,5%
Taastuenergia tasu	0,840	66,4%	0,840	77,5%
Varustuskindluse tasu	0,758	74,5%	0,758	79,3%
Tasakaalustamisvõimsuse kulu	0,373	78,4%	0,373	80,2%
Süsteemikulud kokku	5,001	78,4%	10,151	80,2%
Elektriaktsiis	0,210	80,6%	0,210	80,6%
Käibemaks 24%	1,827	100,0%	8,247	100,0%
Maksud kokku	2,037	100,0%	8,457	100,0%
Lõpphind	9,438	100,0%	42,608	100,0%

Börsihind
erineb 10x



Süsteemikulu
erineb 2x



Lõpphind erineb
4.5x

- Võimsuse ja paketi kuutasud on lihtsustuse mõttes välja jäetud.

Lõpphind odav tund: $\approx 3.9x$ börsihind
Börsihind $\approx 25\%$
Süsteemikulu $\approx 55\%$
Maksud $\approx 20\%$

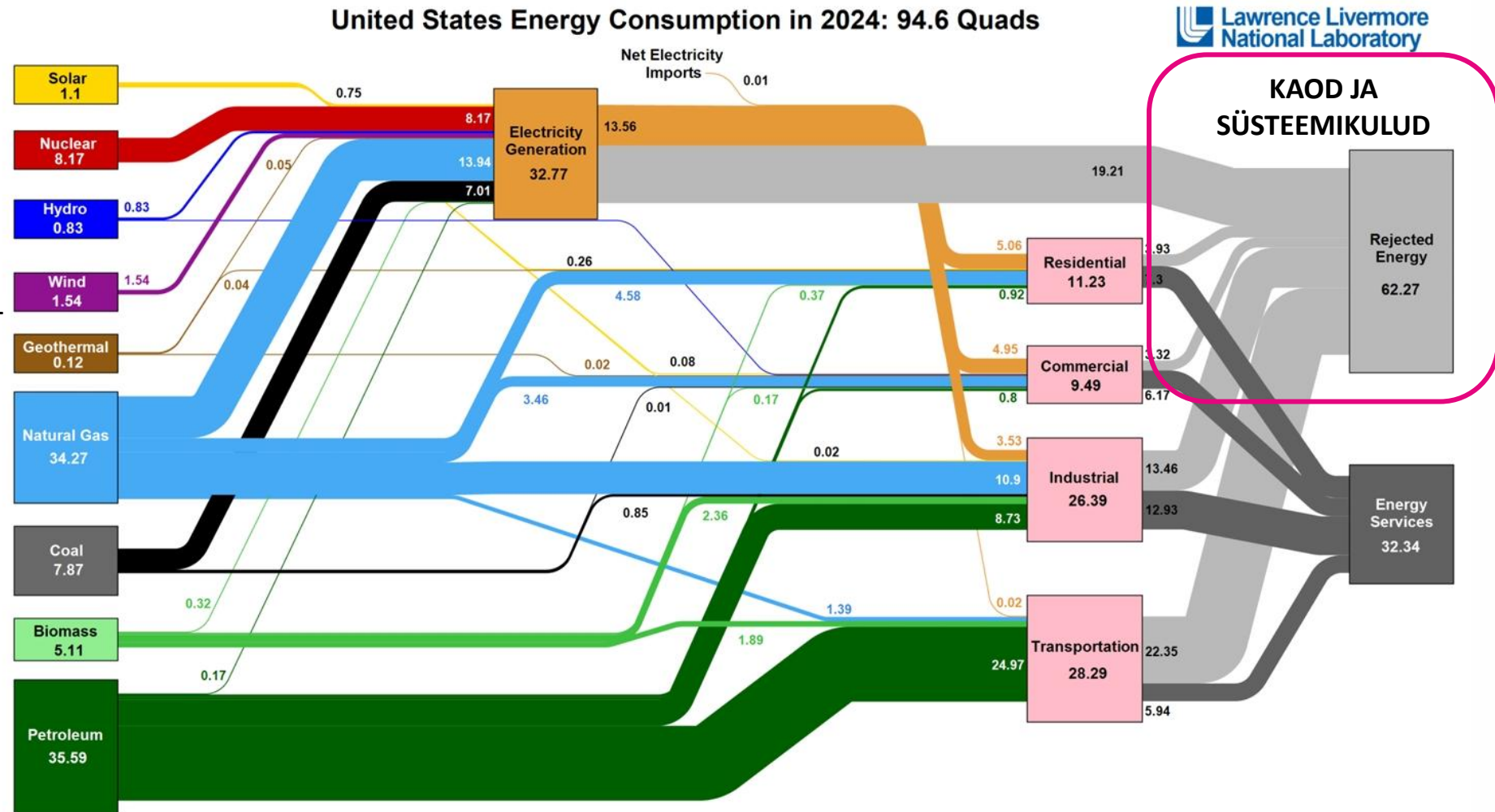
Lõpphind tiputund: $\approx 1.8x$ börsihind
Börsihind $\approx 55\%$
Süsteemikulu $\approx 25\%$
Maksud $\approx 20\%$

PRIMAARENERGIA MÜÜT (*PRIMARY ENERGY FALLACY*): USA, 2024

ENERGIASÜSTEEMI EBATÕHUSUS

- Toodetud energiast USAs jõuab kasutusesni alla 1/3.
- Enamik primaarenergiast läheb süsteemis kaduma
 - Ebaefektiivsed põletamis-tehnoloogiad
 - Energiakaod
 - Tootmise ja tarbimise ebakõlad
- Liikuda tootmiskeskelt mõtteviisilt tarbimiskeskele

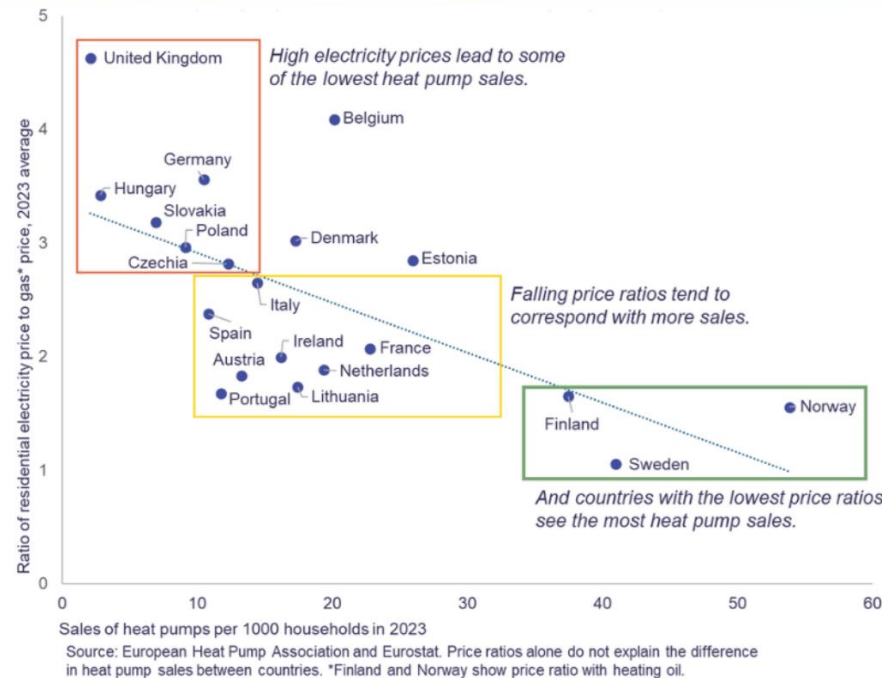
Toodetud energia ➡ Kasulik energia



LAHENDUSED (1) : ELEKTRIFITSEERIMINE

- Efektiivsemad tehnoloogiad
 - Soojuspumbad
 - Elektrisõidukid
 - Induktsioonkuumutus

When electricity is more affordable, heat pumps sell more



The Shift from Molecules to Electrons is Underway

Where energy, economics, and geopolitics converge. Providing clarity on the electrification transition — stripped of ideology, grounded in physics, framed for decision-makers.

APR 03, 2026

Share

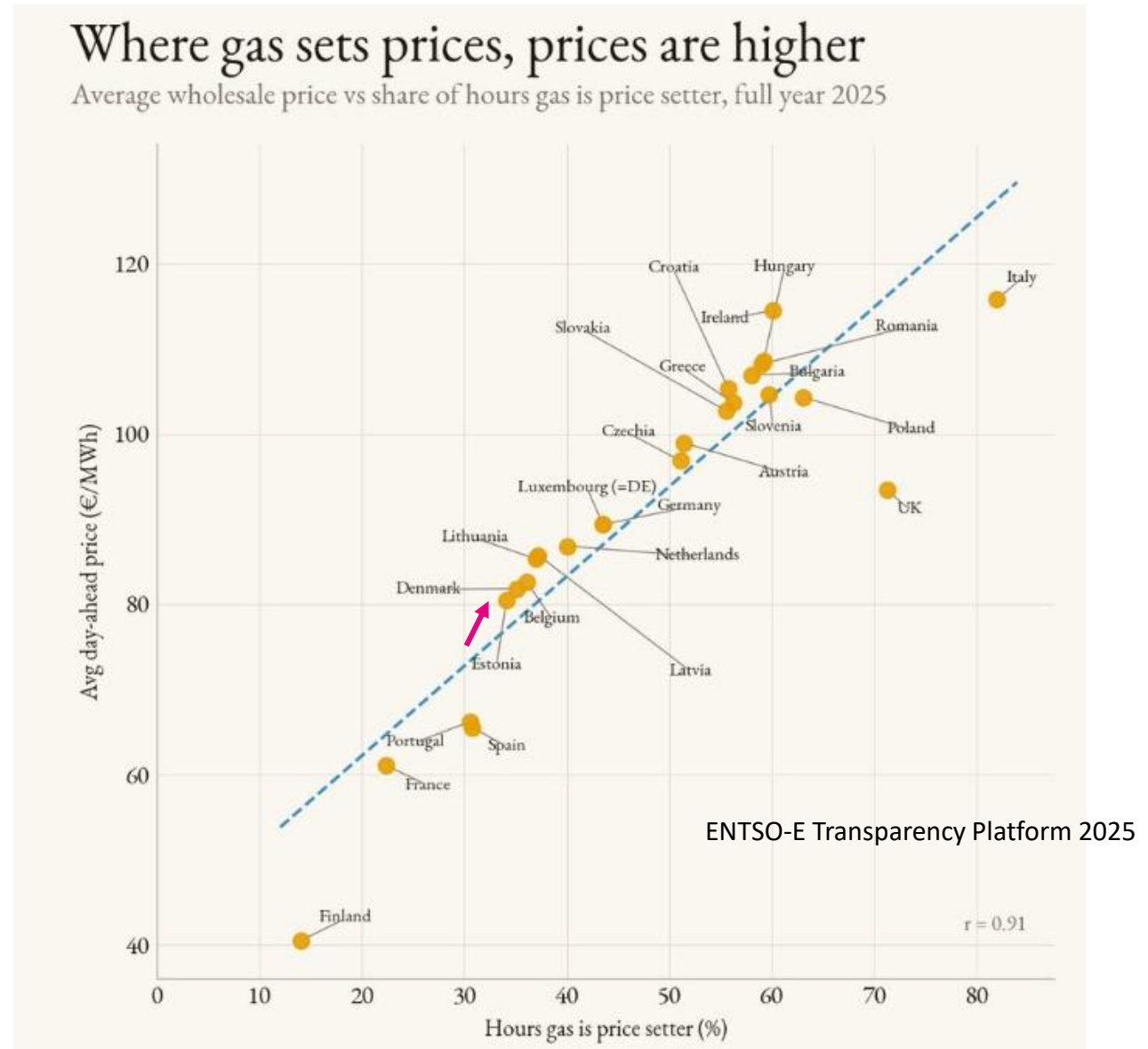
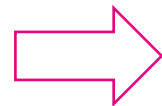
THE SHIFT FROM MOLECULES TO ELECTRONS IS UNDERWAY

Where energy, economics, and geopolitics converge.

- Elektrifitseerimise takistusteks
 - Investeeringukulu
 - Kõrge elektri hind vs gaasihind

KUI GAAS MÄÄRAB HINNA ON ELEKTER KALLIM

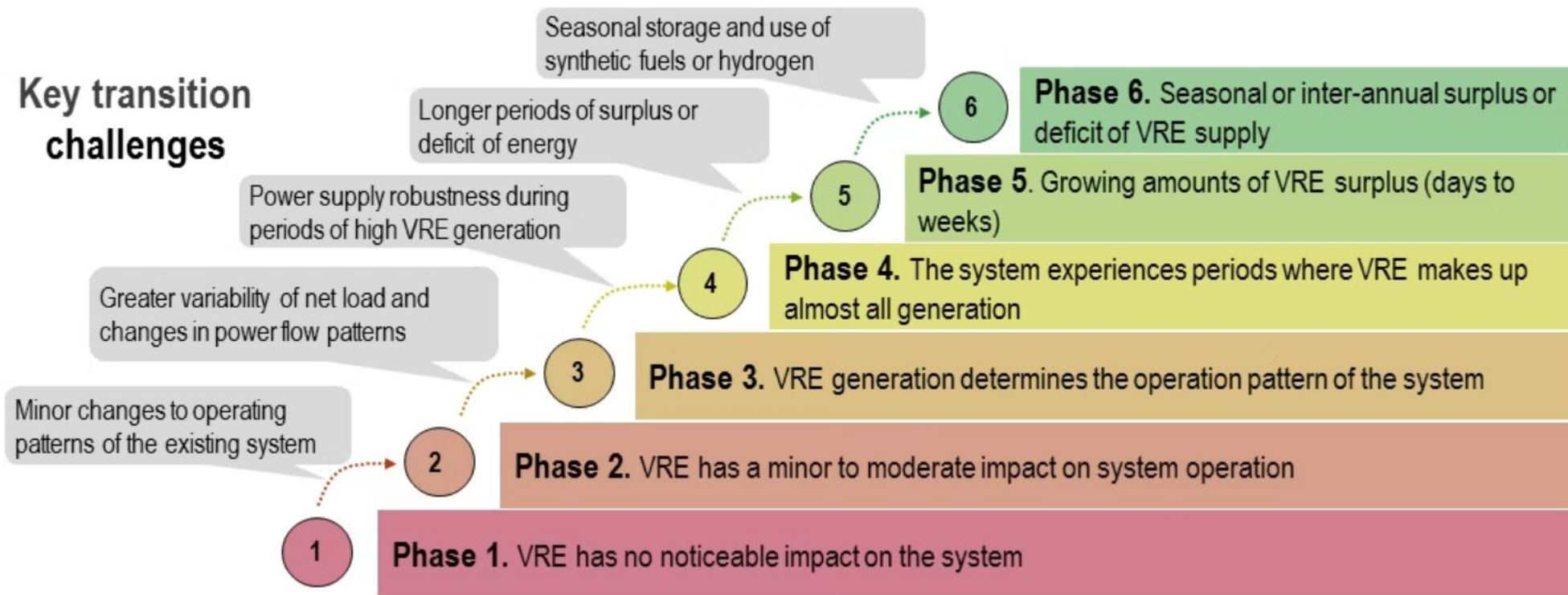
- Taskukohasema elektrihinna saavutamiseks tuleb vähendada elektritootmise ja tarbimise sõltuvust maagaasist.
 - Vähendada tiputundide esinemist taastuenergia efektiivsema kasutuselevõtuga
 - Järelejäävatel tiputundidel liikuda järk-järgult üle biogaasile, biokütustele, jäätmetele
- **Jan Rosenow** Oxfordi energia- ja kliimapoliitika professor.



LAHENDUSED (2): TAASTUVENERGIA EFEKTIIVNE KASUTUSELEVÕTT

- Taastuvenergia kasutuselevõtu kuus etappi
 - Üleminekuetapid eeldavad energiasüsteemi kohandumist

- Taani:
→ 6
- Soome:
5 → 6
- Eesti:
4 → 5



TOOTMISE JA TARBIMISE SÜNKRONISEERIMINE

- Tootmise ja tarbimise sünkroniseerimine
 - Salvestustehnoloogiad
 - Tarbimise juhtimine
 - Power-to-X ja vesiniku tootmine



Varanto – The World's Largest Cavern Thermal Energy Storage

We are building a seasonal thermal energy storage facility in Vantaa, Finland. Our seasonal thermal energy storage is called Varanto. When completed in 2030 (according to the current estimate), it will be the largest in the world by all standards (1,1 million cubic meters and 90 GWh). The operating principle of the seasonal thermal energy storage is to store heat in underground caverns so that it can be used to heat buildings via [the District Heat Network](#) whenever it is needed.



Utilitas avas Vao energiakompleksis Balti riikide suurima soojussalvesti

6. veebruaril avas Utilitas Tallinnas Vao energiakompleksis Balti riikide suurima, 1100 MWh mahutavusega soojussalvesti, mis võimaldab ühtlustada ööpäevast energiatootmist ja vähendada fossiilkütuste kasutamist.

Energeetika 8. veebruar 2026 Foto: Utilitase Vao soojussalvesti / Utilitas

Location	Year	Sector
Pornainen, Finland	2025	Heating



Industrial-scale Energy Storage

Polar Night Energy delivered the Sand Battery to Loviisan Lämpö as a turnkey project. The Sand Battery is approximately 13 meters high and 15 meters wide.

The purpose of the Sand Battery is to reduce carbon dioxide emissions of the district heating production in the Pornainen municipality and introduce a new flexible heat production technology.

The heating power of the Sand Battery is 1 MW, and it can store up to 100 MWh of thermal energy, making it about ten times larger than the Sand Battery in operation in Kankaanpää since 2022. This is a significant step in scaling up the Sand Battery technology.

Our technology

“With the Sand Battery, we can significantly reduce energy produced by combustion and completely eliminate the use of oil.”

Mikko Paajanen, CEO
Loviisan Lämpö



Paljassaare soojuspumbajaam.

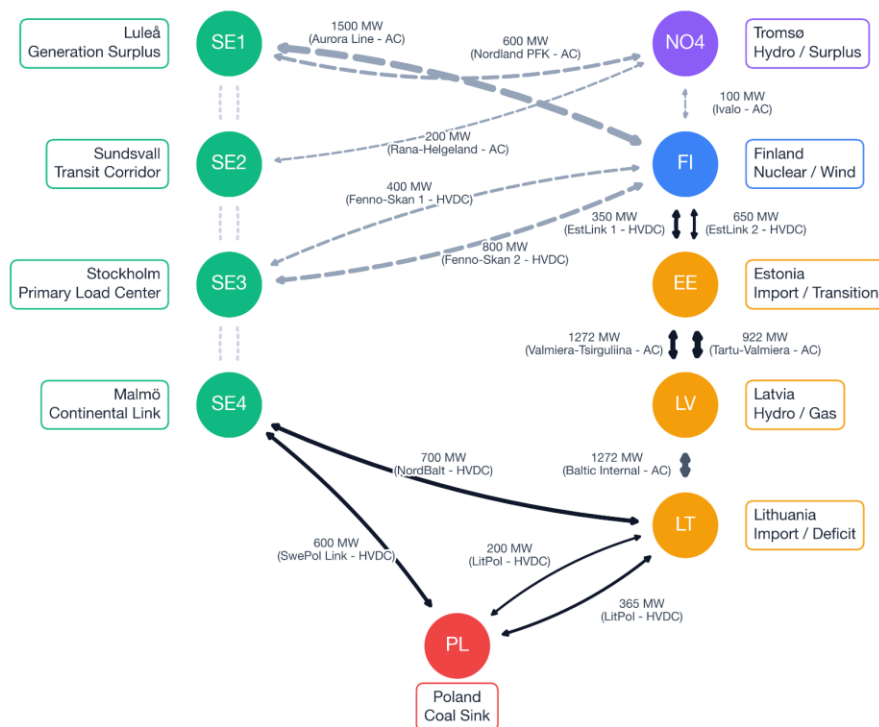
FOTO: UTILITAS

Paljassaare soojuspumbajaam, mis peaks tänavu sügisel valmima, hakkab tootma viiendiku Tallinna kaugkütte võrgus vajaminevast soojusest.

Põhja-Balti elektriturg

Grid Topology Map: Directional Trade Limits & Cable Types

Line thickness is proportional to MW capacity. AC = Alternating Current, HVDC = Subsea/Back-to-Back Direct Current.

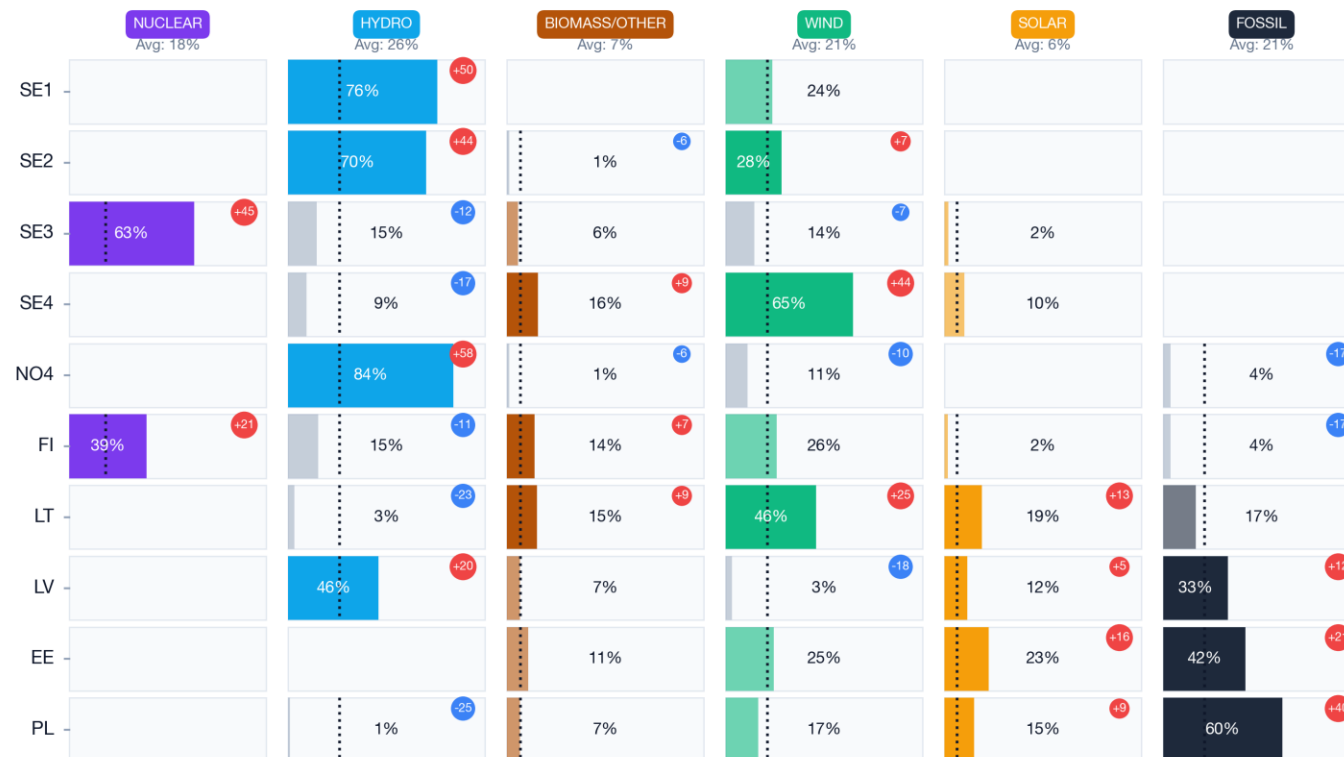


DATA SOURCE: ENTSO-E TRANSPARENCY PLATFORM
PERIOD: 2025-02-08 TO 2026-02-07

Grid DNA: Absolute Generation Mix & Structural Deviation

A unified matrix. The filled horizontal bar represents the zone's absolute generation %. The vertical dotted line is the Regional Average. Circular badges reveal significant structural deviations (+/- percentage points) from the rest of the region.

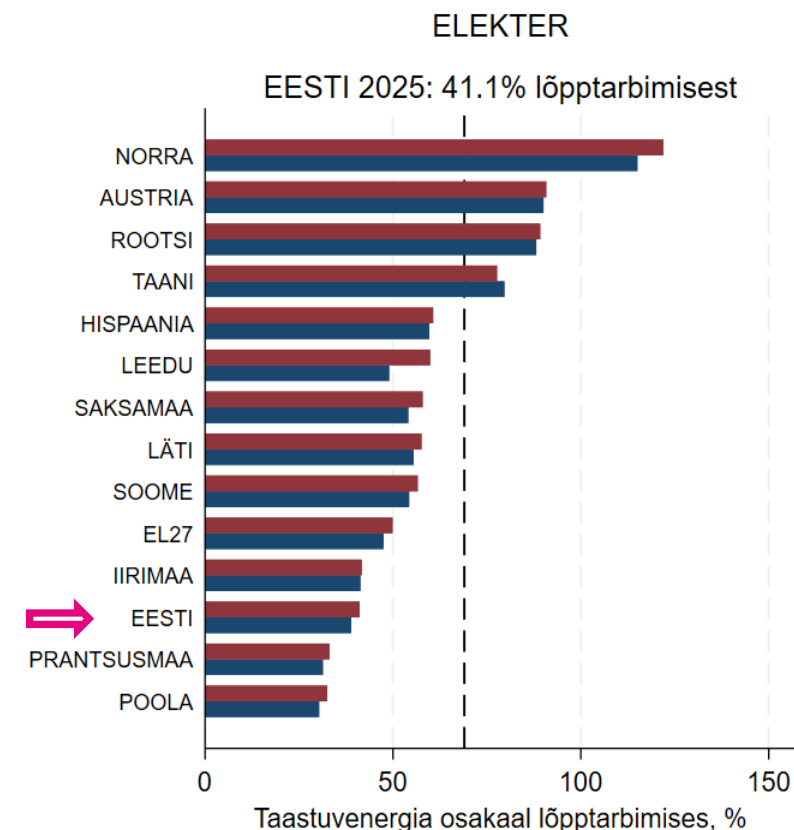
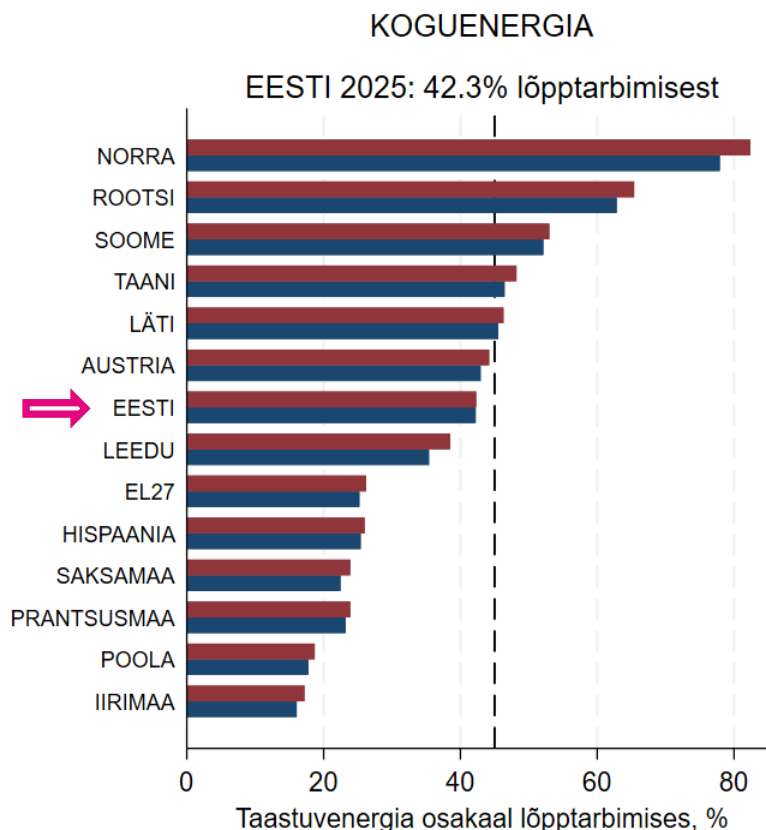
DATA SOURCE: ENTSO-E TRANSPARENCY PLATFORM
PERIOD: 2025-02-08 TO 2026-02-07



- Enamik regiooni hinnapiirkondi ühendatud vähemalt kolme teise piirkonnaga. Eesti ja Läti ühendused on vaid põhja-lõuna suunalised.
- Regioonis tervikuna taastuva või madala süsinikeitmega tootmise osakaal ligi 80%.
- Fossiilenergiat enim Poolas ja Balti riikides. Balti riikidest omakorda Eestis.
- Päikeseenergiat enim Eestis ja Leedus.

EL EESMÄRGID 2030 JA KUS OLEME 2025

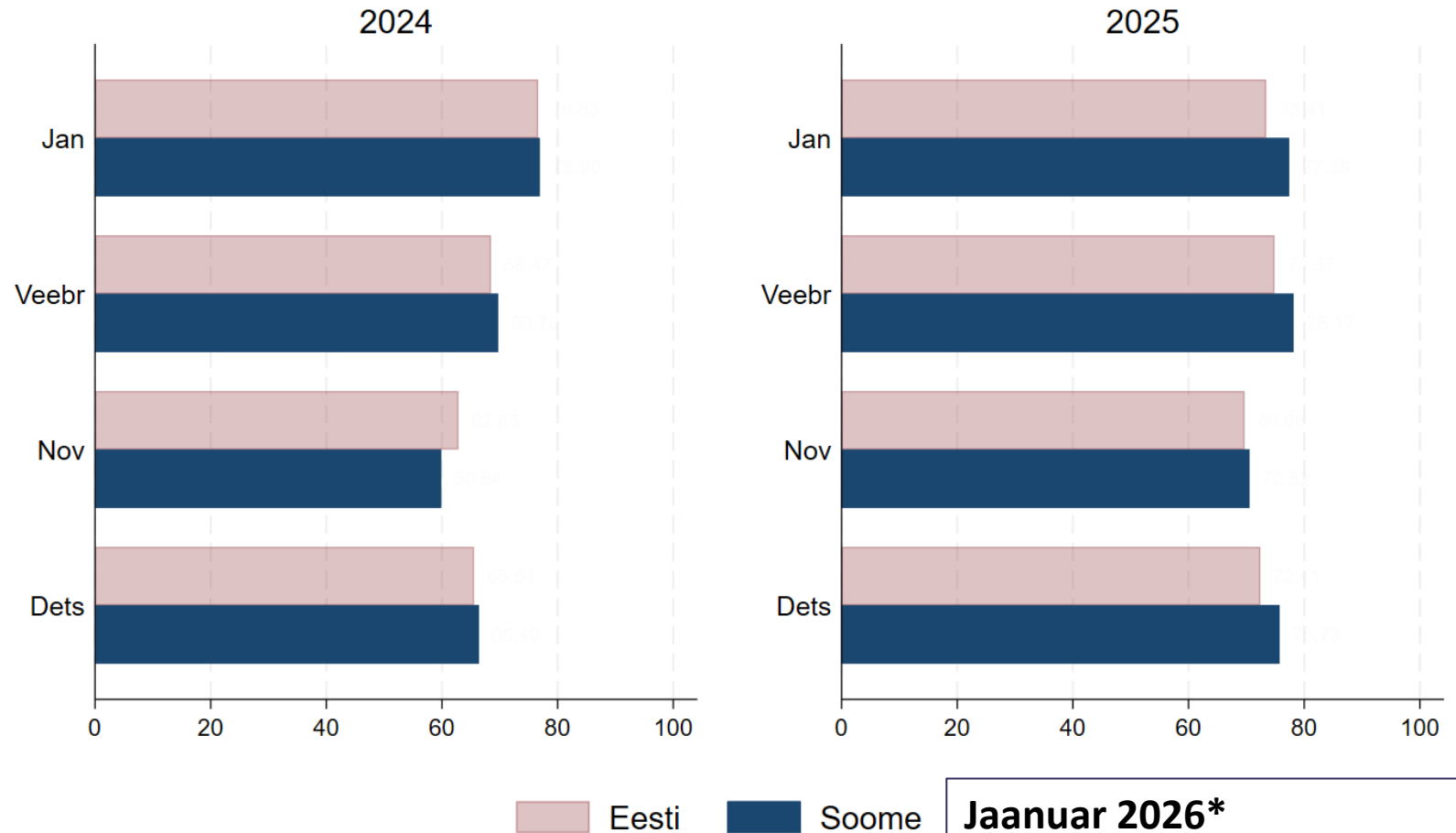
- Taastuenergia osakaal
tarbimisest 45% (min 42.5%)
 - Eesti eesmärke aitab täita taastuenergia kõrge osakaal soojamajanduses.
- Taastuvelektri osakaal 69%
lõpptarbimisest
 - Eesti on taastuvelektri eesmärgis jäänud maha mitte üksnes naabritest vaid ka EL27 keskmisest.



ENERGIAKASUTUSE EFEKTIIVSUS: KESKMISE TARBIMISE SUHE TIPUTARBIMISSE (%)

**Ebaefektiivne energiakasutus
väljendub tipukoormuse olulises
eristumises keskmisest koormusest**

- 2025/26 on energiakasutuse efektiivsus (talvekuudel) paranenud nii Eestis kui Soomes.
- 2024/2025 võrdluses paranes energiakasutuse efektiivsus Soomes rohkem kui Eestis.
- 2026 jaanuaris* oli Eestis keskmise tarbimise osakaal tiputarbimisest pisut kõrgem kui Soomes.



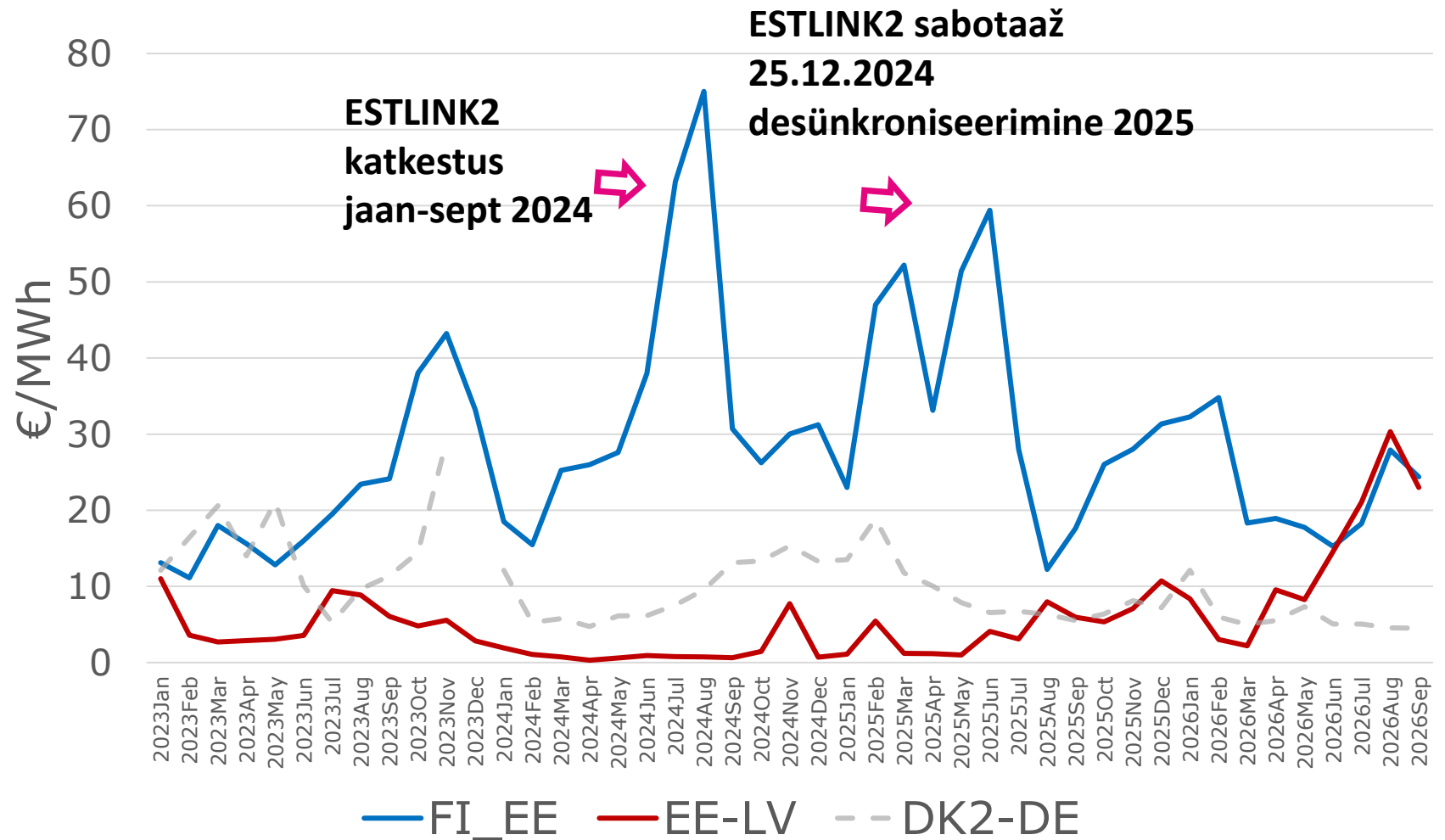
Jaanuar 2026*

- Eesti: 80.8%
- Soome: 79.4%

VÄLISÜHENDUSTE PUDELIKAELAD: FTR HINNAD

FTR – *Financial Transmission Rights*

- Soome-Eesti FTR-d on varemalt kaubelnud oluliselt kõrgemal tasemel kui Eesti-Läti FTR-d.
- Suvel 2026 tekkis oluline pudelikael Läti-Eesti vahel ja hinnad saavutasid rekordtaseme.
- FTR hindade kasv viitab vajadusele täiendavate ühenduste järele.



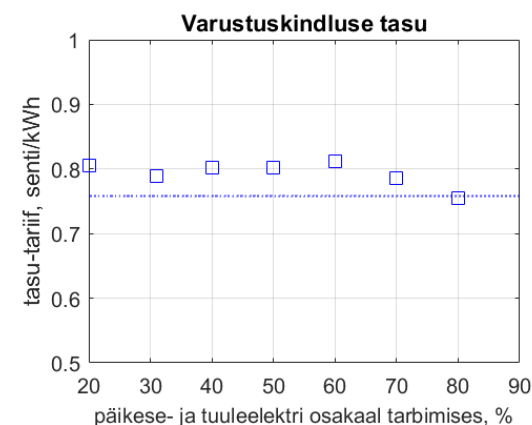
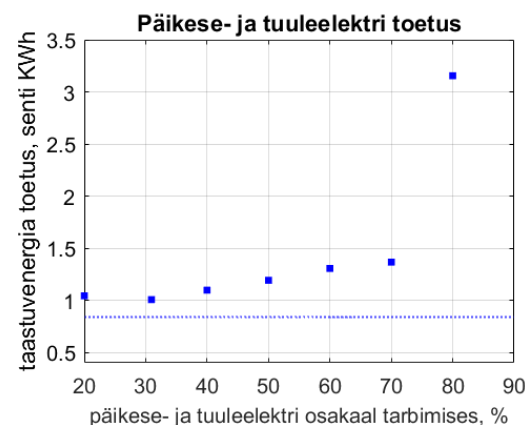
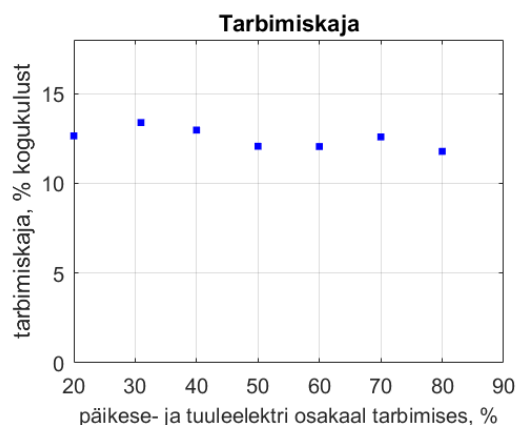
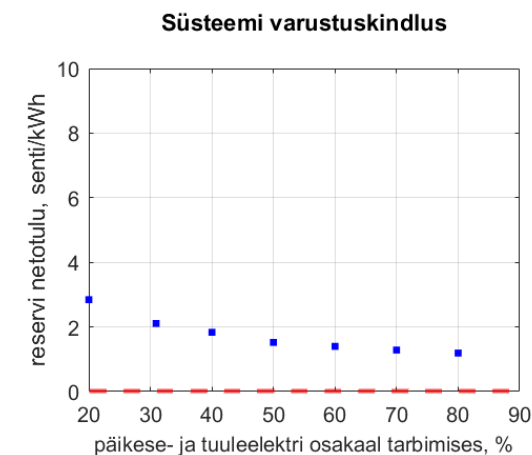
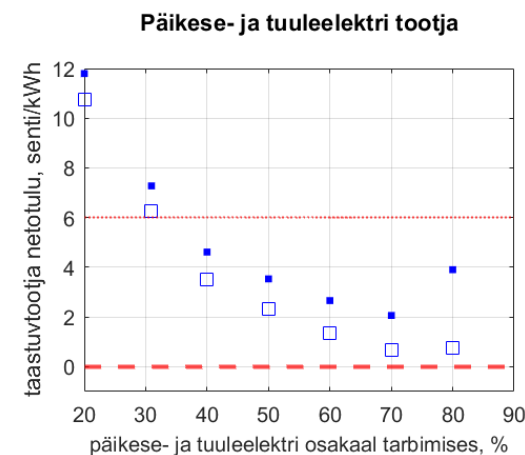
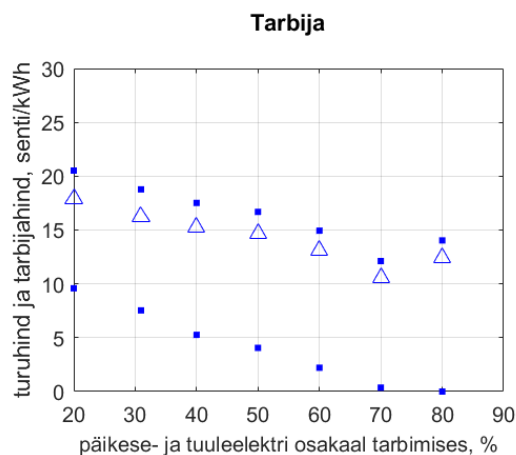
KAS VÄLISÜHENDUS SOOMEGA AITAB SÜSTEEMI TASAKAALUSTADA?

KORRELATSIOONID SOOME-EESTI TOOTMINE JA TARBIMINE 2025

- Tuule- ja päikeseenergia (PTE) geograafiliselt hajutatud tootmine ja jagamine läbi ühenduste aitab süsteemi tasakaalustada ja efektiivsemaks muuta
- Tuulenergia on nii Eestis kui Soomes tarbimisega positiivses korrelatsioonis, päikeseenergia negatiivses korrelatsioonis
- Päikeseenergia korrelatsioon Soomes ja Eestis on väga kõrge ≈ 0.9 , tuuleenergia korrelatsioon oluliselt madalam ≈ 0.43 .
 - Geograafilise hajutamise potentsiaal on suurem tuuleenergiast
 - Gardemeister et al (2025): Soomes tuulenergia korrelatsioonid kõige madalamad põhja-lõuna suunal. Potentsiaal paremaks integreerumiseks Balti riikidega
- Tuule ja päikeseenergia omavaheline korrelatsioon on negatiivne ja sarnane mõlemas riigis ≈ -0.2
 - hübriidpargid rakendavad päikese- ja tuuleenergia komplementaarsust.

Stsenaarium: "Status Quo" ja ebaefektiivsus

- ❖ börsihind langeb lineaarselt*, sest nõudlus ei tule madalatele hinnatundidele järele
- ❖ Päikese- ja tuuleparkide netotulu langeb koos börsihinnaga
- ❖ Tarbija lõpphind on kõrge, sest taastuvenergia vajab toetamist
- ❖ Kui PTE saavutab 80% tarbimisest toimub järsk taastuvenergia toetuste tõstmise vajadus – tarbijahind tõuseb
- ❖ Tipujaamade tulu PTE lisandudes kahaneb, kuid nad jäävad turule, sest madal tarbimise-tootmise korrelatsioon jätab ruumi hinnatippudele millelt teenida



* Eriksson jt (2026) uurimus kinnitab lineaarset hinnalangust kui PTE tootmine on tarbimisega negatiivselt või üldse mitte korreleeritud

Stsenaarium: Estlink3, Soome hinnarežiim ja kõrgem süsteemi efektiivsus

❖ Avaldub Soome hinnarežiimi mõju ja suurem elektrisüsteemi efektiivsus

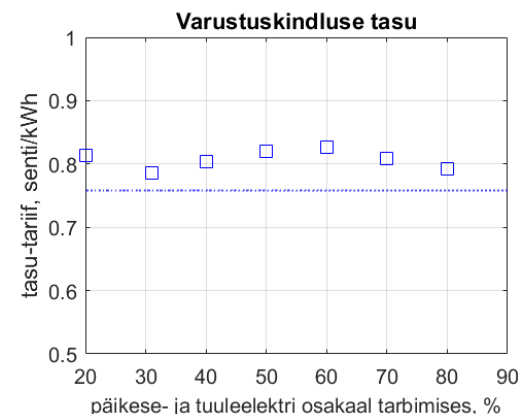
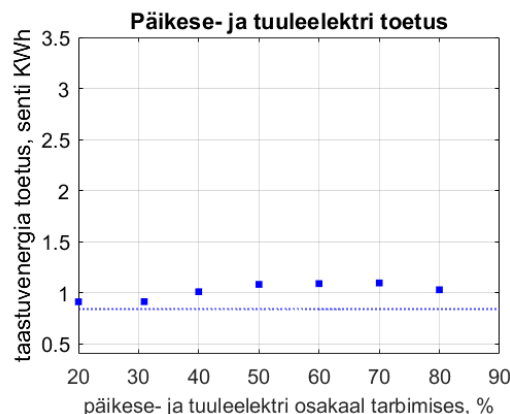
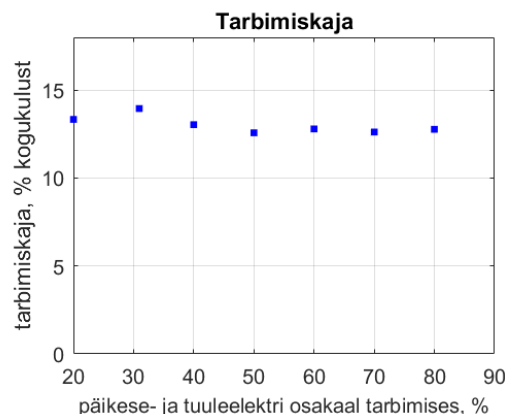
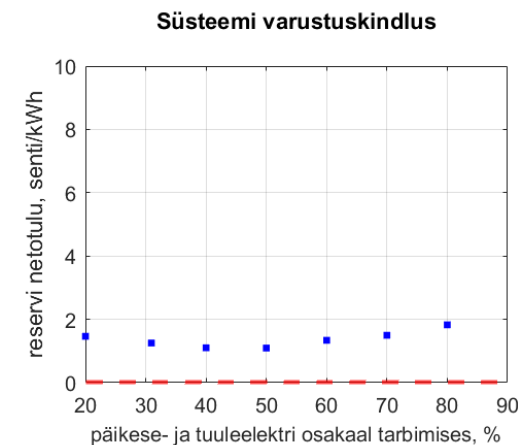
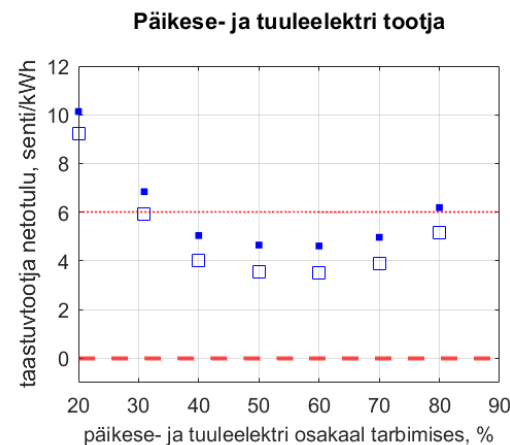
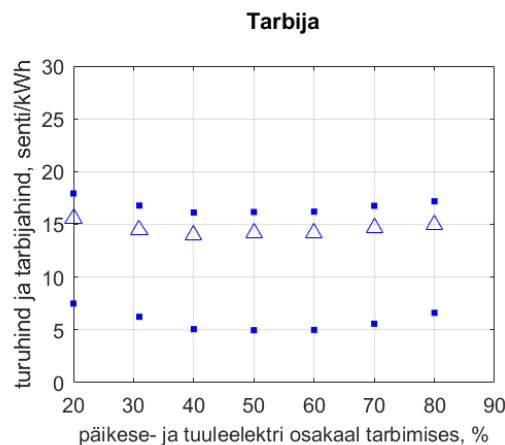
❖ Päikese- ja tuuleenergia lisandumisel on väiksem mõju turuhinnale

- Efektiivne süsteem absorbeerib selle nõudlusesse

❖ Päikese- ja tuuleparkide toetused jäävad stabiilseks

❖ Estlink3 vähendab Eesti tipujaamade töökoormust

- Tipujaamade toetusvajadus kõrgem → tõstab lõpphinda



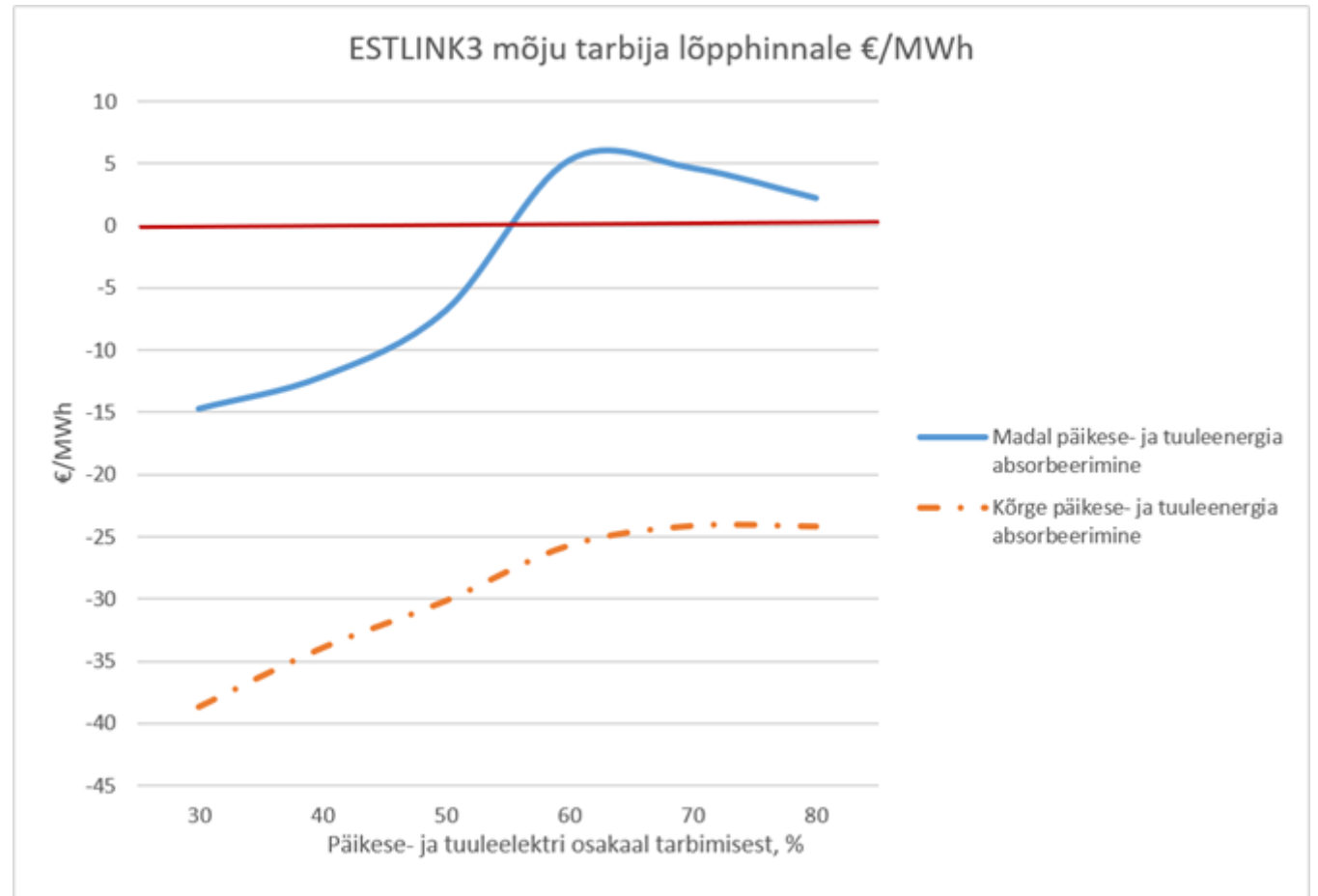
ESTLINK3 MÕJU TARBIJA LÕPPHINNALE

Ebaefektiivne elektrisüsteem

- Madala PTE osakaalu juures tarbija võidab ühendusest.
- Kõrge PTE osakaalu (55% +) juures tuleb hakata toetama nii PTE tootjaid kui tipujaamu, mis teeb tarbija lõpphinna kallimaks

Efektiivne elektrisüsteem

- Tarbija lõpphind väheneb ≈ -2.5 senti/kWh, kui PTE kasutus on efektiivne ja toetuste vajadus väheneb.
- Olenevalt nõudluse kasvust tähendaks, efektiivne süsteem ja optimaalne taastuvenergia osakaal lõpptarbijatele säästu suurusjärgus 300 mln € aastas.



JÄRELDUSED

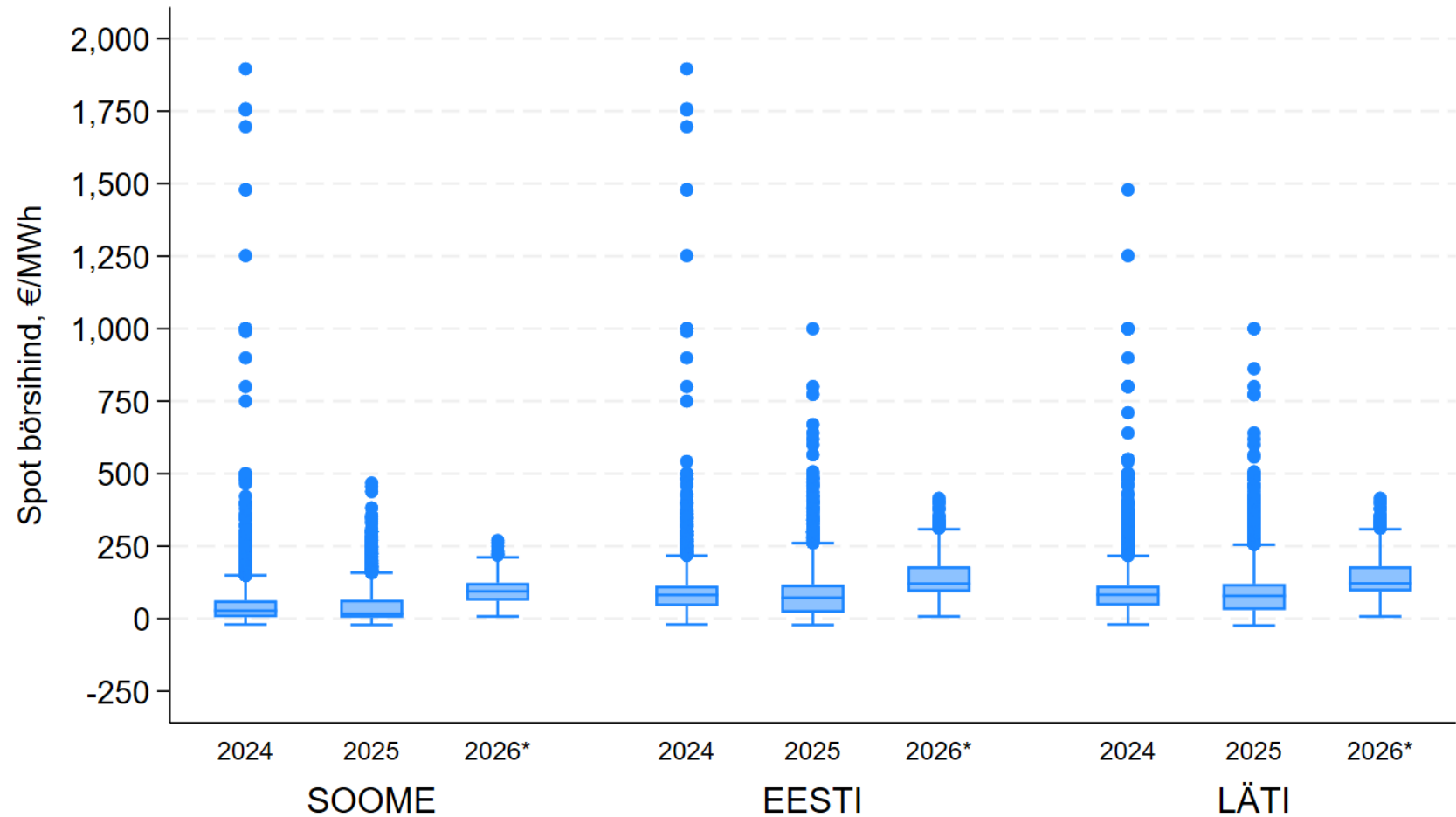
- Tõhustada elektrisüsteemi: tähelepanu kasulikule ja mitte ainult toodetud energiale
Ebatõhus süsteem → kõrged süsteemikulud → kõrge lõpphind tarbijale → pidur tarbimisele ja elektrifitseerimisele
- Efektiivne süsteem võimaldab tuua turule juurde taastuenergiat
 - Eesti peab kinni püüdma meist taastuvelektri rohepöördes möödunud Euroopa riigid.
- Uued lahendused tarbimise ja tootmise sünkroniseerimiseks ja hinnatippude silumiseks
 - Salvestus, Power-to-Heat, Power-to-X, nutikas tootmise ja tarbimise juhtimine
- Maagaasil töötavad tipujaamad tõstavad varustuskindlust
 - kuid ei tõhusta elektrisüsteemi, ega aita tarbijahinda alla tuua.
- Kasvanud FTR hinnad osutavad FI-EE ja EE-LV ühenduste pudelikaeladele.
- Tõhus elektrisüsteem, lisanduv taastuenergia, välisühendused ja elektrifitseerimine võiksid aastas tuua lõpptarbijatele 300 mln € suuruse hinnavõidu.

TAL TECH

TÄNAN!

Täname sisukate mõtete, hea koostöö ning raporti valmimisele kaasa aitamise eest: Robert Kitt Arenguseire nõukojast; Tea Danilov, Uku Varblane ja Olavi Miller Arenguseire Keskusest; Urmas Varblane ja Priit Vahter Tartu Ülikoolist; Ülo Kaasik, Martti Randveer, Mari Pärnamäe, Mari Rell ja Liina Kulu Eesti Pangast, Riigikogu majanduskomisjoni liikmed ja eriala liitude esindajad.

SÜSTEEMI EFEKTIISUS: HINDADE STABILISEERUMINE



* 2026 hinnad kuni märts 2026

KORRELATSIOONID SOOME-EESTI TOOTMINE JA TARBIMINE 2025

- Tarbimine Eestis ja PTE tootmine Soomes $\rho=0.16$; Tarbimine Soomes ja PTE tootmine Eestis $\rho=-0.075$
- Nii Eestis kui Soomes on päikeseenergia tootmine tarbimisega negatiivses korrelatsioonis
- Tuuleenergia korrelatsioon on mõlemas riigis tarbimisega positiivses korrelatsioonis
- Päikeseenergia korrelatsioon Soomes ja Eestis on väga kõrge ≈ 0.9
- Tuuleenergia korrelatsioon oluliselt madalam ≈ 0.43
- Tuule ja päikeseenergia omavaheline korrelatsioon on negatiivne ≈ -0.2

Soome  Eesti 	Tarbimine	Päike	Tuul	Päike ja tuul
Tarbimine	0.811	-0.072	0.169	0.163
Päike	-0.233	0.899	-0.204	-0.084
Tuul	0.265	-0.225	0.429	0.410
Päike ja tuul	-0.075	0.742	0.045	0.150

ESTLINK3 MÕJU TEISTES UURINGUTES

- **MAGNUS Energy raport (2025)**
 - 3 stsenaariumi. ESTLINK3 tasuvusaeg 5 aastat, jõuab kasumisse 2040.
 - **Põhistsenaarium 2040:**
 - ESTLINK3 vähendab börsihinda Soomes ligi -10%.
 - Eestis ja Lätis hind kasvab +7% (+1-7 €/MWh)
 - Leedus väike langus -1%.
- **EA Energy Analyses börsihinna analüüs (2026)**
[Baltimore]
 - 6 (+4) stsenaariumi
 - Börsihind Eestis kõigis ESTLINK3 stsenaariumites madalam kui 2026 referents, va saartalituse stsenaariumites (SC1, SC1_1)



* SC1, SC1_1 – saartalituse stsenaariumid