

TAL TECH



KLIIMAMINISTEERIUM

ELEKTRISALVESTUSE TULEVIK EESTIS: 2030 STSENAARIUMANALÜÜS

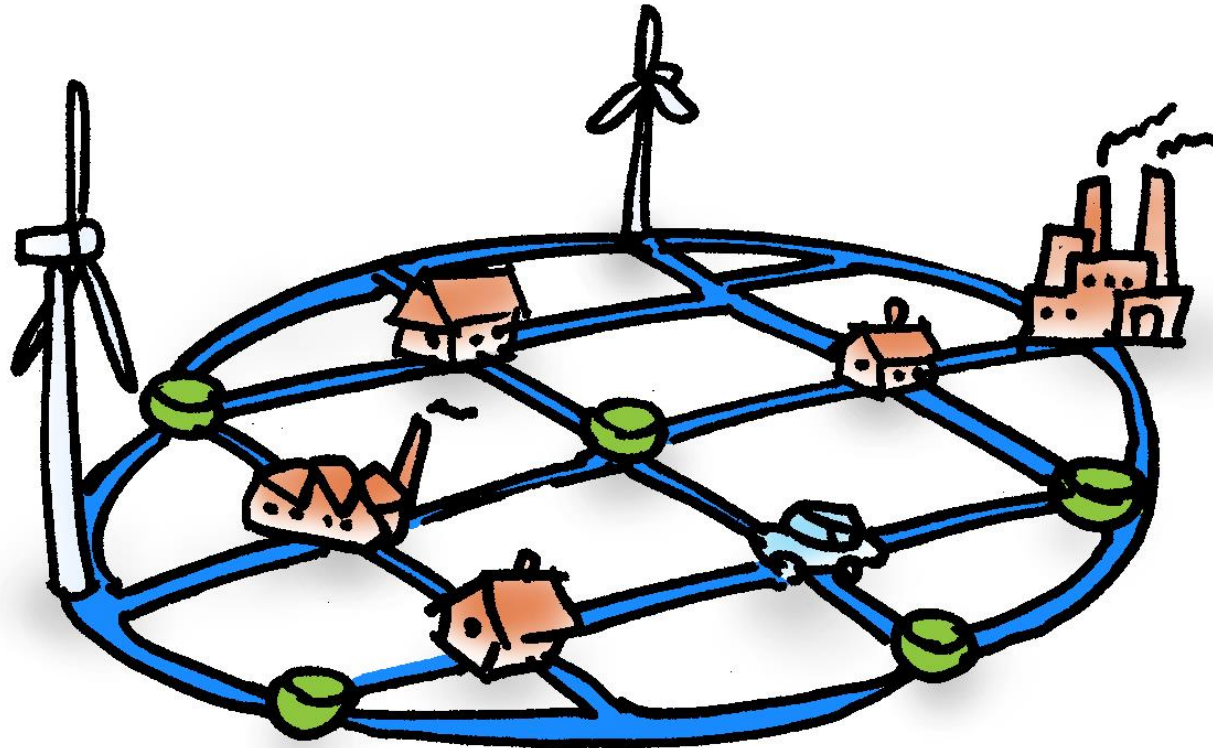
Juuni 12, 2024

Ivo Palu, Ph.D. ja Ahto Päril
Taltech elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

**TALLINN UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY**

ELEKTRISÜSTEEM

- Elektrisüsteem hõlmab elektrijaamu, elektrivõrke ja elektritarbijaid. See süsteem võimaldab elektrienergia tootmist, edastamist ja tarbimist suurtes ühtse tervikuna toimivates süsteemides.



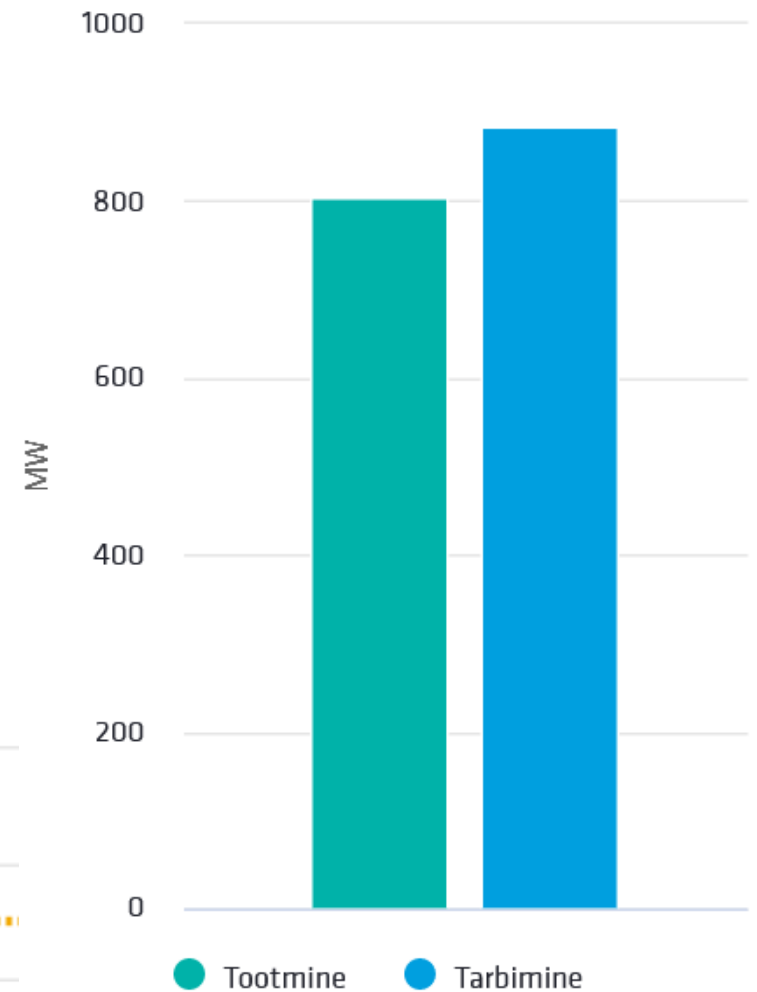
ELEKTRISÜSTEEMI BILANSS

- ...tähendab seda, et elektritootjad peavad tootma täpselt nii palju elektrit, kui inimesed ja ettevõtted parasjagu kasutavad. Kui kõik läheb plaanipäraselt, siis elektrisüsteem töötab hästi ja kõigil on piisavalt elektrit.



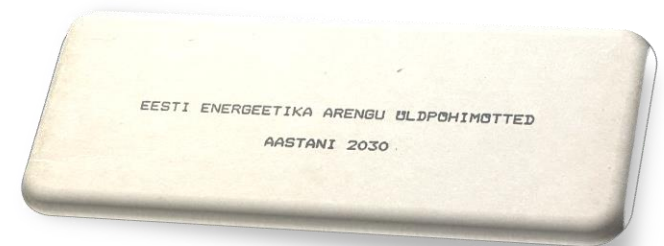


Elektri tootmine ja tarbimine





„Energia säästlik kasutamine võib osutuda mitu korda odavamaks kui uute energiaallikate kasutuselevõtt“



TARBIMISE JUHTIMINE - KODUKLIENDI VAADE



	Tarbimine	Hind
Börsihinnaga elekter päevaajal (KM määr 20%)	7.806 kWh	1.926 s/kWh
Börsihinnaga elekter ööajal (KM määr 20%)	160.700 kWh	-0.071 s/kWh
Kuutasu 01.05-31.05.2024 (KM määr 20%)		
Käibemaksuga maksustatav käive (20%)		
Käibemaks 20%		

TARBIMISE JUHTIMINE - KODUKLIENDI VAADE



	Tarbimine	Hind	Maksumus
Börsihinnaga elekter päevaajal (KM määr 20%)	7.806 kWh	1.926 s/kWh	0.150 €
Börsihinnaga elekter ööajal (KM määr 20%)	160.700 kWh	-0.071 s/kWh	-0.114 €
Kuutasu 01.05-31.05.2024 (KM määr 20%)			0.358 €
Käibemaksuga maksustatav käive (20%)			0.394 €
Käibemaks 20%			0.079 €
KOKKU			0.473 €

Kokku 0,473€

Kuutasu -0,358€

Käibemaks -0,079€

Elekter =0,036€

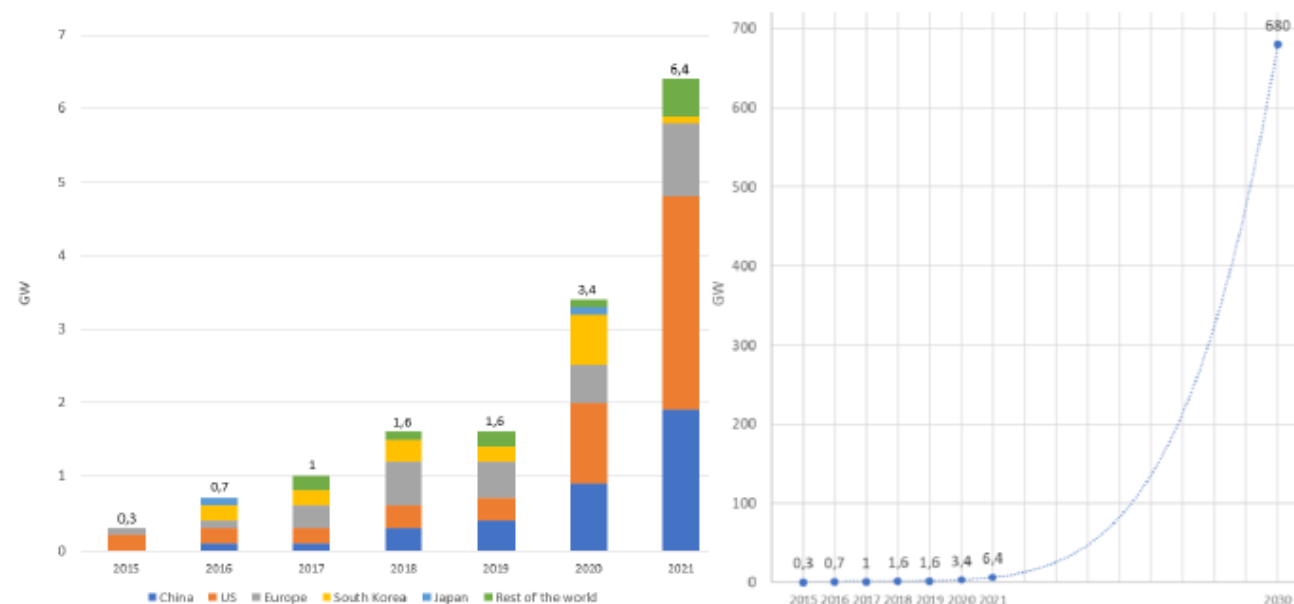
Elekter 168,5kWh

**SALVESTUSE ROLL
ELEKTRIENERGIA
SÜSTEEMIS: 2030 VAADE**

KONTEKST: EUROOPA KOMISJON, 2030+ STSENAARIUM

- Euroopa Komisjon hindab, et aastaks 2030 vajab EU 200+GW ning 2050-ks aastaks 600+GW pайдlikkust
 - Proportsionaalselt vajaks Eesti ~0,5-1,0GW aastaks 2030 ja 2,0GW aastaks 2050
- **Soovitused liikmesriikidele:**
 - Eemaldada turutõrked (nt tariifid), sh. lähtudes energiasalvestuse topeltrollist (tootja, tarbija);
 - Hinnata energiasalvestust kui alternatiivi võrguinvesteeringutele;
 - Määrata kindlaks võimalikud rahastuslüngad, kaaluda erinevaid rahastusmeetmeid;
 - Tagada energiasalvestuse ja pайдlikkuse ligipääs elektrienergia turgudele (sealhulgas sagedusteenused).

Prognoositud globaalne energiasalvestite paigaldusmaht 2021-2050



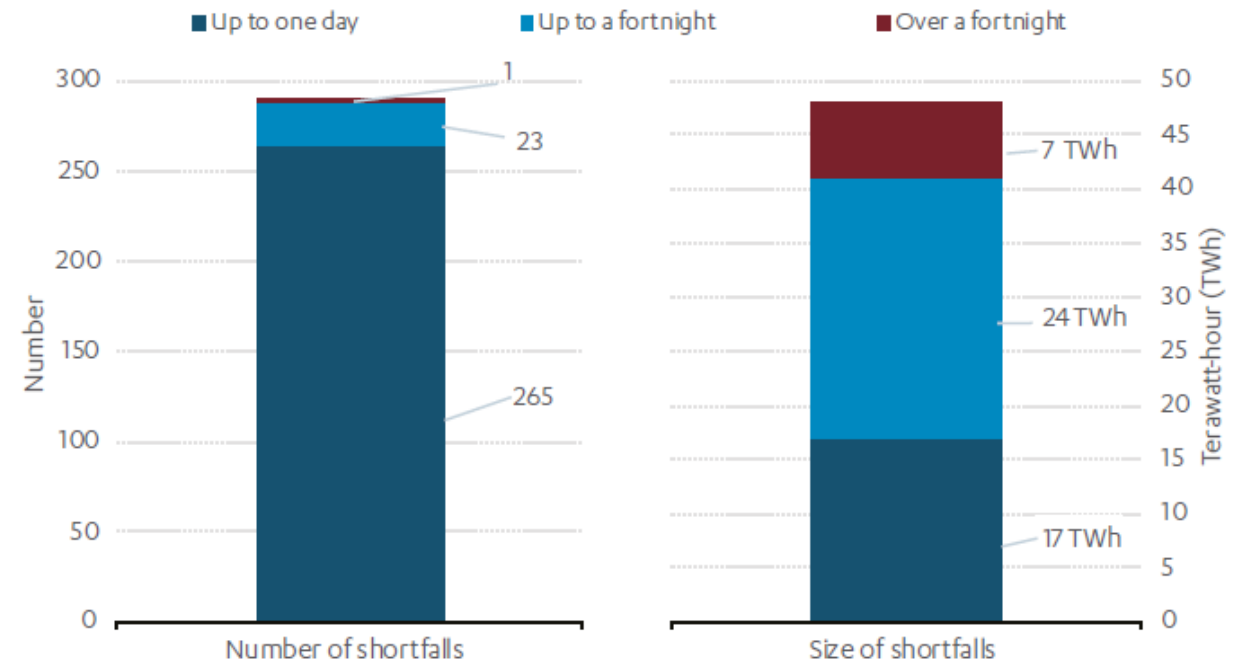
(1) European Commission, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023H0320\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023H0320(01)).

KONTEKST: ÜHENDKUNINGRIIGID, 2035 STSENAARIUM

- **2035 aasta süsteemi mudel näitab, et pikema-aegsed elektrienergia puudujäägid on harvemad, aga vajavad oluliselt rohkem energiat**
 - UK vajab vähemalt 60GW lühiajalist paindlikkust võimaldamaks madalate kuludega elektrienergiat
 - Lühiajaline paindlikkus peab olema mitmekülgne ja baseeruma erinevatel tehnoloogiatel (akusalvestus, tarbija paindlikkus,) vähendamaks rakendamise ja opereerimise riske
 - Kaks kolmandikku 2035 aasta eesmärgist tuleks saavutada juba aastaks 2030

Figure 2.1: Longer shortfalls occur less frequently but require much more energy

Number and size of shortfalls in an illustrative 2035 scenario



(1) UK National Infrastructure Commission.

EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: EELDUSED

Salvestuse sammud

- Baasmudeli loomisel lähtuti 2020-2023 Eleringi ja Nord Pool tunnipõhistest andmetest Eesti elektrienergia tootmise, tarbimise ja hinnastatistika osas
- 2023 aasta regressioonmudeli ning 2030 plaanitava turumudeli alusel moodustati 2030 aasta baasandmestik salvestuse stsenaariumanalüüsi tarbeks
 - 2030 aasta kogutarbimiseks prognoositud 10 TWh vastavalt Kliimaministeeriumi sisendile
- Salvestuse stsenaariumanalüüsides lähtuti peamiselt NREL (National Renewable Energy Laboratory) 2023 [liitiumaku] ja Energiasalve [pumphüdro] analüüsist ja andmetest

2-tunnine
liitiumaku

- 250 MW
- 500 MW
- 1000 MW
- 1500 MW

4-tunnine
liitiumaku

- 250 MW
- 500 MW
- 1000 MW
- 1500 MW

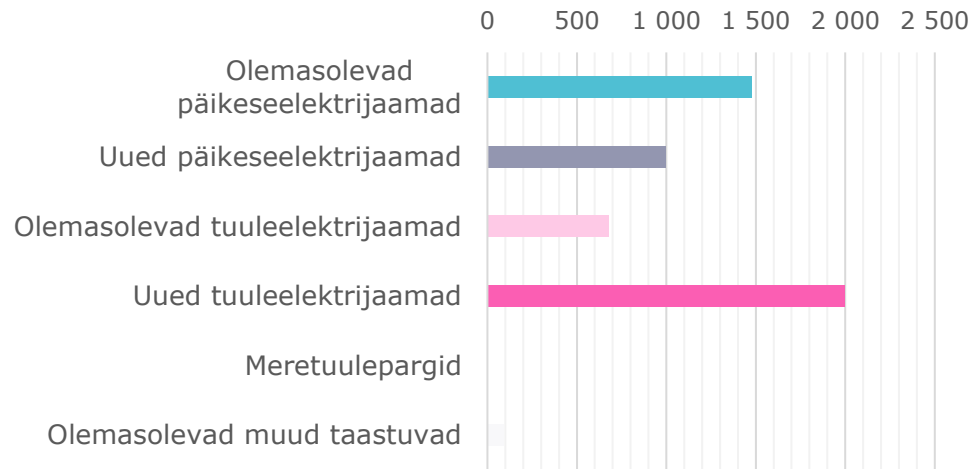
12-tunnine
pumphüdro

- 250 MW
- 500 MW
- 1000 MW
- 1500 MW

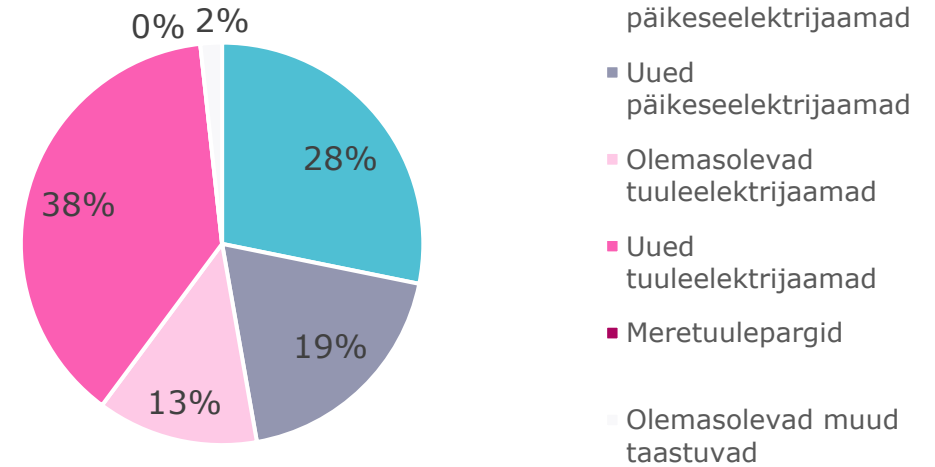
EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: EELDUSED

2

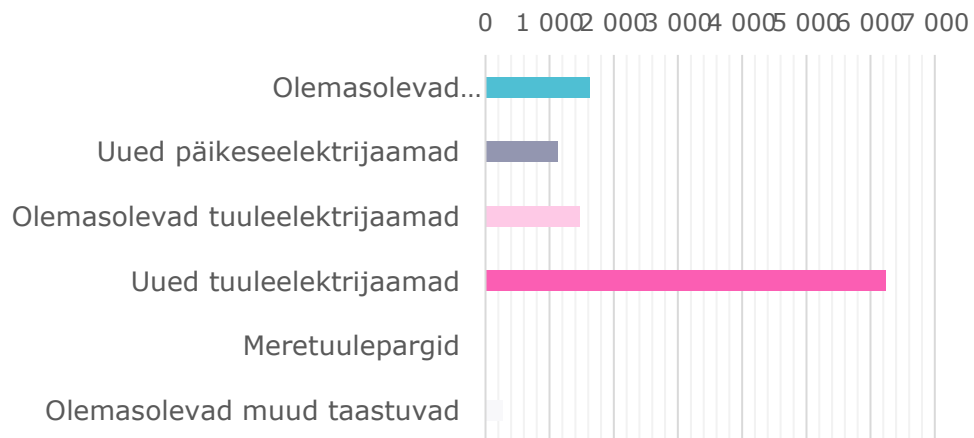
Tootmisvõimsused (MW)



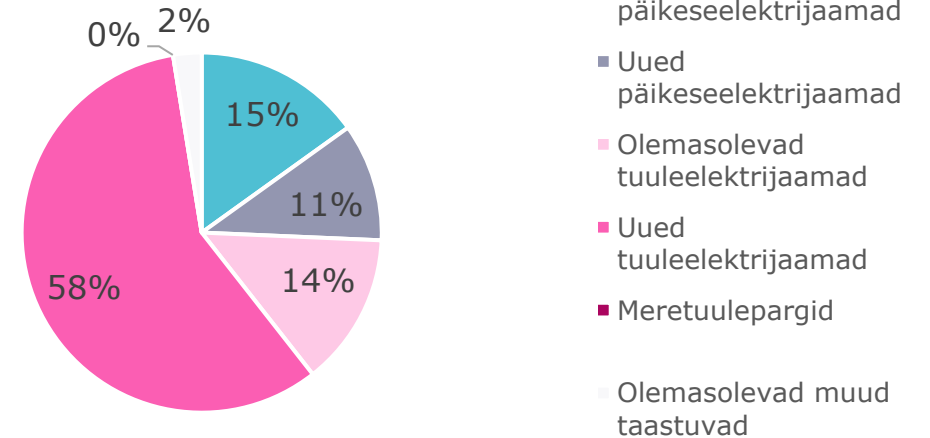
Tootmisvõimsuste osakaal



Elektrienergia toodang (GWh)

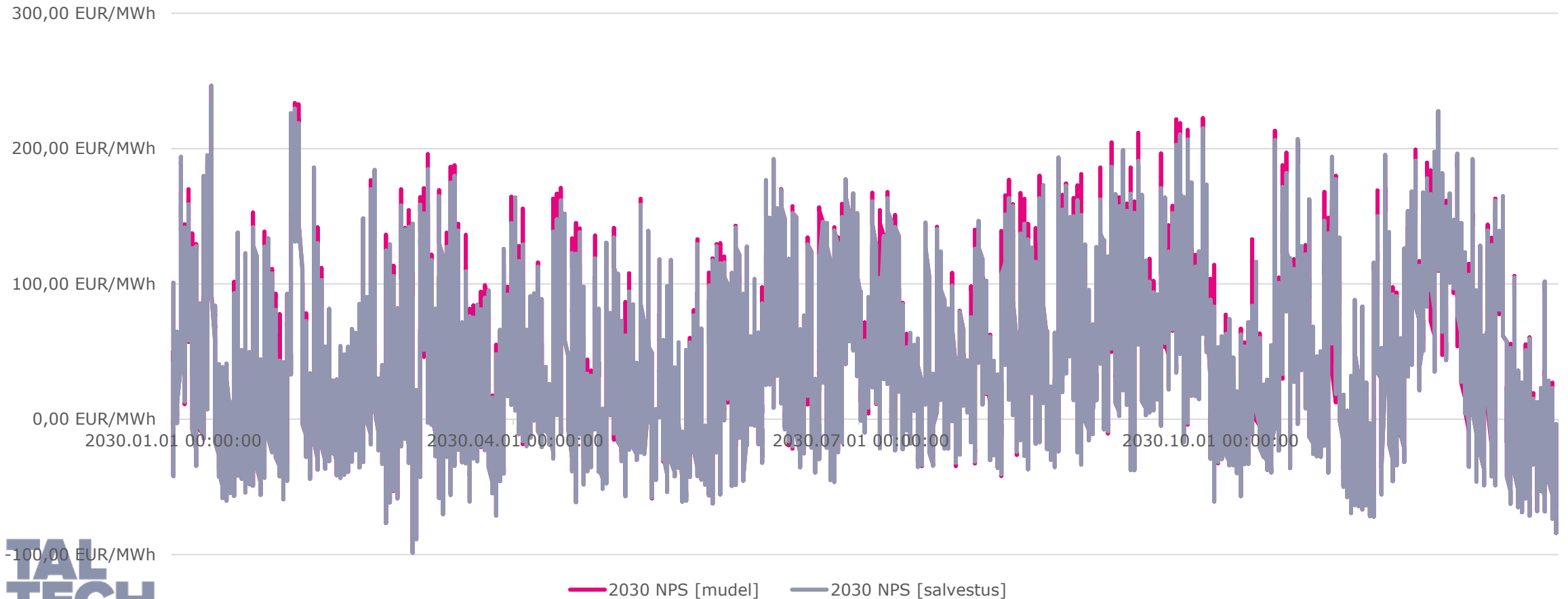


Toodangu osakaal



EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW LIITIUMAKU

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW LIITIUMAKU

- Salvestuse lisamise sotsiaalmajanduslikud efektid:
 - Vähendab kogukulu elektrienergia tarbijatele 512M EUR pealt 499M EUR tasemele (13M EUR)
 - Tuuleparkide omanike tulubaas väheneb ca 0,4M EUR võrra (145,7M EUR vs 146,1M EUR)
 - Päikeseparkide omanike tulubaas tõuseb 0,4M EUR (54,2M EUR vs 54,6M EUR)
 - Neto positiivne koguefekt tootjatele ja tarbijatele kokku 13M EUR
- Võimaldab teenida salvestussüsteemi omanikele 250MW installeeritud salvestuselt 3M EUR tulu päev-ette turult 190M EUR koguinvesteeringu juures (ei sisalda sagedusteenuste turu potentsiaali)

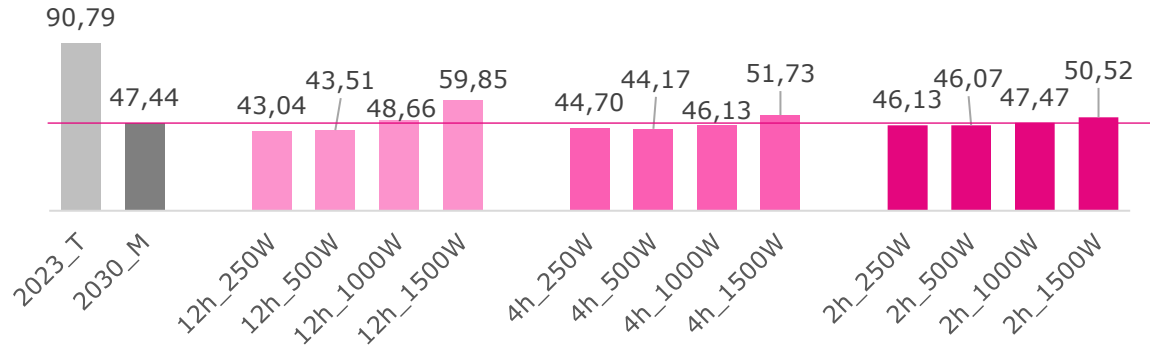
Päev-ette tunnihinnad (NPS)		
[EUR/MWh]	2030 alg	2030 salv
Mediaan	39.6	39.6
Keskmine	47.4	46.1
Standarhälve	59.6	57.6
Minimaalne väärtus	-98.7	-98.7
Maksimaalne väärtus	246.4	246.4
Tunde hind alla 0 EUR/MWh	1,986.0	1,962.0

Kogukulu tarbijale		
	2030 alg	2030 salv
Tarbimine kokku (MWh)	10,000,000	10,000,000
Kogukulu (milj EUR)	512.4	498.7

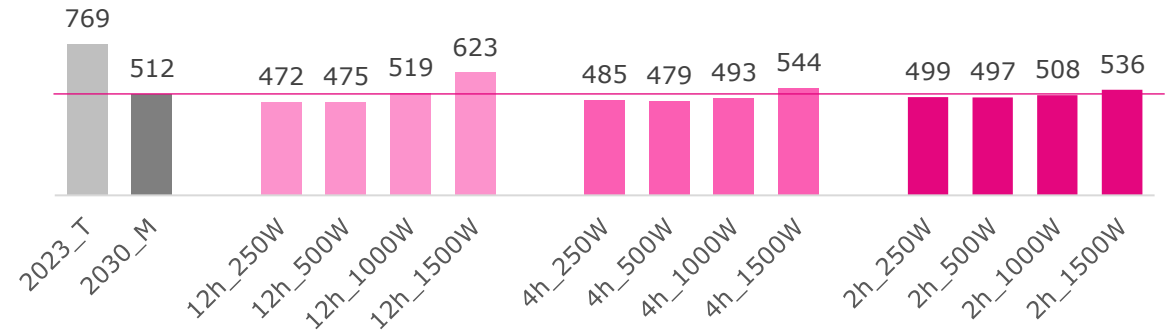
	Tuulepargid		Päikesepargid	
	2030 alg	2030 salv	2030 alg	2030 salv
Installeeritud võimsus	2,680	2,680	2,480	2,480
Müügitulu, kokku (milj. EUR)	146.1	145.7	54.2	54.6
Kesk. Müügihind, EUR/MWh	19	19	20	20
Müügitulu install. MW kohta	54,511	54,376	21,868	22,032

EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: KOKKUVÕTE

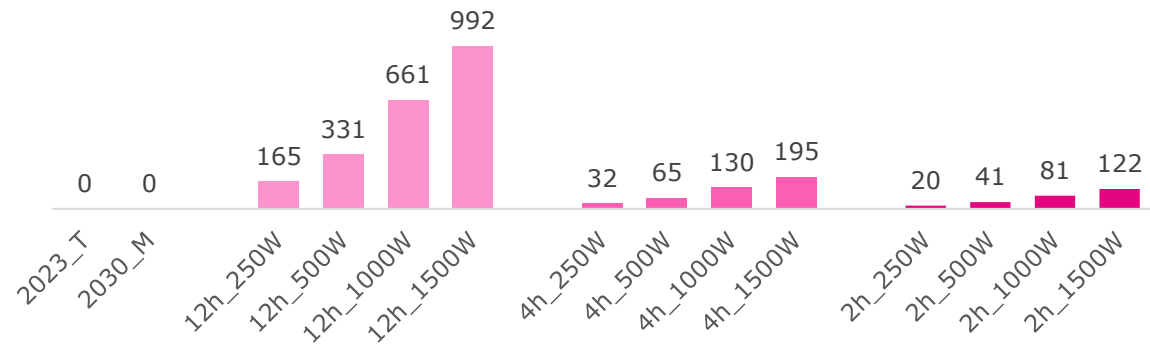
Keskmine NPS [EUR/MWh]



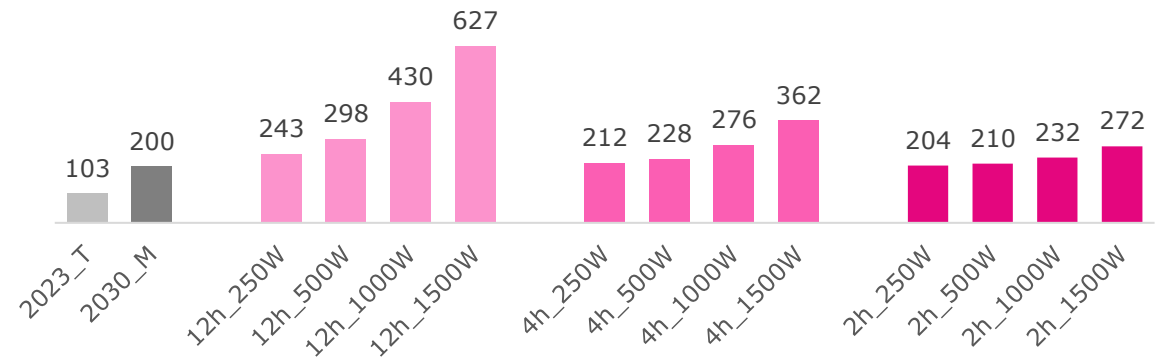
Kogukulu tarbijale



Salvestuse kaod [GWh]



Roheenergia tootjate kogutulu



EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: JÄRELDUS JA EDASISED KÜSIMUSED (1)

Järeldused:

- Salvestid (laiemalt paindlikkus) on ühiskonnale arvestatava positiivse mõjuga, millega on võimalik saavutada nii (1) lõpptarbija kogukulu vähenemine, kui ka (2) enamikul vaadeldavatest stsenaariumitest taastuenergia tootjate tulubaasi suurenemine;
- Optimaalne salvestusvõimsus lõpptarbija kuludest lähtuvalt on vahemikus 250MW (12-tunnine pumphüdro*) kuni 500 MW (4 tunnine liitiumaku), sellest suuremate mahtude puhul muutub salvestitest tulenev kokkuhoid lõpptarbijatele lisakuluks (väheneks ligipääs odavale taastuenergiale);
- Uurimuse tulemuste põhjal saab optimaalseks pidada kokku kuni ~750MW salvestusmahu saavutamise kombineerituna** pumphüdro (ca 250MW) ning 3-4-tunniste liitiumakude (ca 500MW) baasil.

** analüüs põhineb 12-tunnise pumphüdro puhul suures osa turuosalise enda andmetele ning on seetõttu valideerimata. Selles osas on vajalik täiendavate andmete kogumine ning sarnaste projektide analüüs väljaspool Eestit.*

*** sellist tehnoloogiate kombinatsiooni eraldi pole antud töö käigus hinnatud, järeldus põhineb lõpptarbija efektidel eraldiseisvate osade baasil.*

EESTI 2030 SALVESTUSE MUDELANALÜÜS: JÄRELDUS JA EDASISED KÜSIMUSED (2)

Küsimused:

- Kui ulatuslikud on salvestuse ning selle paiknemise mõjud võrguinvesteeringutele [tees: salvestuse lisamine vähendab võrguinvesteeringute vajadust]?
- Kui suur on konkreetse salvestuse kombinatsiooni mõju tarbija kuludele ning taastuenergia investeeringutele [tees: mõju on positiivne mõlemas elemendis]
- Kuidas saavutada salvestuse ning taastuenergia tootmise optimaalne tase [tees: hilisemate turuosaliste investeeringu tootlikkus on madalam]?
- Mis ulatuses mõjutavad salvestuse kaod vajadust täiendavate tootmisüksuste järgi [tees: suurem salvestusmaht ja ebaefektiivsemad tehnoloogiad eeldavad täiendavate tootmisüksuste turuletoomist]



ELEKTROENERGEETIKA
JA MEHHATROONIKA
INSTITUUT

AITÄH!

Ivo Palu ivo.palu@taltech.ee
Ahto Päril ahto.parl@taltech.ee