

TAL TECH



KLIIMAMINISTEERIUM

VÄIKEHANKE LÕPPARUANNE: ELEKTRISALVESTUSE MÕJU ANALÜÜS

Aprill 12, 2024

Taltech elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

TALLINN UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

PROJEKTI TAUST

- Kliimaministerium teostas väikeostu „Elektrisalvestuse mõju analüüs“ eesmärgiga analüüsida elektrisalvestuse mõju Eesti elektrisüsteemile ning saada „erapooletu teadmine Eesti elektrisüsteemi elektrisalvestuse lisamisega kaasnevatest mõjudest päev-ette turuhinnale, reguleerimisturu kuludele ja taastuvelektri toetamise vajadusele“
- Kasutatavate tööriistadega peab olema võimalik modelleerida elektrihinna kujunemist päev-ette ja reguleerimisturul Eesti hinnapiirkonnas arvestades tootmisportfelli muutumist
- **Taltech kommentaar:** käesoleva projekti tulemusena on välja töötatud:
 - (1) Analüüsimudel mis võimaldab hinnata roheenergia tootmismahu mõju prognoositava tarbimisgraafiku kontekstis elektrienergia päev-ette hinnale tulevikus.
 - (2) Stsenaariumanalüüsi mudel mis võimaldab hinnata salvestuse lisandumise mõju eeltoodud tootmise ja tarbimise kontekstis elektrienergia päev-ette hinnale.
 - (3) Reguleerimisturu mudel mis võimaldab hinnata mFRR potentsiaalset turumahtu erinevate turustsenaariumite baasil Soome turu näitel.

2030 ELEKTRIENERGIA HINNA BAASMUDEL

ÜLDISED EELDUSED JA PROTSESS

- Elektrienergia hinna baasmudeli loomisel lähtuti 2020-2023 Eleringi ja Nord Pool tunnipõhistest andmetest Eesti elektrienergia tootmise, tarbimise ja hinnastatistika osas
- Mudeli parima kirjeldustaseme saavutamiseks testiti erinevaid sisendeid erinevates 1-3 aastastes perioodides ning lõplik regressioonimudel sisaldab parima statistilise tulemuse andnud sisendite kooslust
- 2023 aasta regressioonimudeli ning 2030 plaanitava turumudeli baasil moodustati 2030 aasta baasandmestik salvestuse stsenaariumanalüüsi tarbeks

1

Regressioonimudeli loomine ning parima mudeli valik 2020-2023 andmete põhjal

2

2030 aasta tootmis- ja tarbimismudeli loomine Kliimaministeriumi sisendandmete baasil

3

2030 prognoositava elektrienergia baasandmestiku moodustamine regressioonimudeli ning 2030 tootmis- ja tarbimismudeli baasil

EESTI TURU ANDMEANALÜÜS: ELEKTRIENERGIA HINNA KUJUNEMINE

1

- Eesti turu andmemudeli koostamisel võeti aluseks järgmised andmeanalüüsi elemendid:
 - Energia tarbimine (planeeritud, tegelik) [MWh]
 - Energia tootmine (planeeritud, tegelik), sealhulgas:
 - Tuul [MWh, % kogutoodangust]
 - Päike [MWh, % kogutoodangust]
 - Muu [MWh, % kogutoodangust]
 - Energia bilanss (planeeritud, tegelik)
 - Kalendrikuu [jaan-detsember]
- Analüüsi järgmiseid perioode (jaanuar-detsember):
 - 2020-2023
 - 2020-2021
 - 2021-2022
 - 2022-2023

EESTI TURU ANDMEANALÜÜS: ELEKTRIENERGIA HINNA KUJUNEMINE (JÄTKUB)

- Kõige parema tulemuse elektrienergia hinna kirjeldamiseks andis 12 kuu andmeperiood 2022-2023 kus muutujatena olid olulised:
 - Eesti elektrienergia tarbimise prognoos [MWh]
 - Tuule osakaal tootmisest [% kogutoodangust], prognoosandmed
 - Päikese osakaal tootmisest [% kogutoodangust], prognoosandmed
 - Kalendrikuu [jaanuar-detsember]
- Mida suurem on tuule ja päikese osakaal tootmises, seda madalam on elektri hind ja mida rohkem on tarbimist, siis seda kõrgem on hind
- Analüüsi tulemusena saadud regressioonmudeli kirjeldusastet saab lugeda rahuldavaks mürarikka andmestiku kontekstis (mudeli determinatsioonikordaja väärtus $R^2=0.458$, parim alternatiivide hulgas)

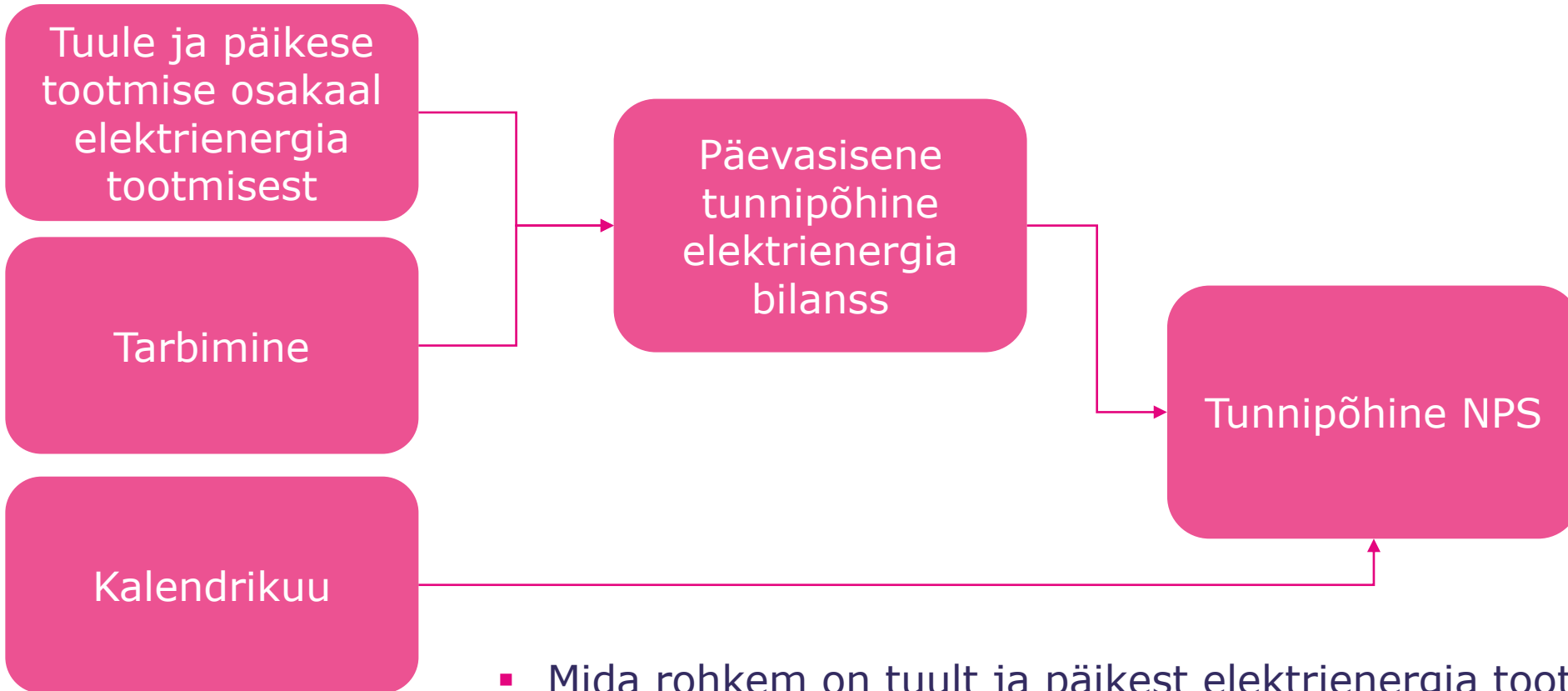
Regression Statistics	
Multiple R	0.677148
RSquare	0.458529
Adjusted R Square	0.457548
Standard Error	41.08896
Observations	8760

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	15	12502646	833509.8	528.961	0
Residual	8745	14764204	1688.302		
Total	8760	27266851			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-6.01701	3.018337	-1.99349	0.046239	-11.9337	-0.10036	-11.9337	-0.10036
Tuul%	-159.09	3.746466	-42.4639	0	-166.434	-151.746	-166.434	-151.746
Päike%	-194.3	3.827002	-50.7709	0	-201.802	-186.798	-201.802	-186.798
Tarbimine	0.197702	0.003551	55.6741	0	0.190741	0.204663	0.190741	0.204663
Jaane	-88.3247	2.720199	-32.4699	1.8E-218	-93.6569	-82.9924	-93.6569	-82.9924
Veeb	-72.2057	2.732759	-26.4223	4.4E-148	-77.5626	-66.8489	-77.5626	-66.8489
Märt	-77.2034	2.520254	-30.6332	7.5E-196	-82.1437	-72.2632	-82.1437	-72.2632
Apr	-50.1501	2.224568	-22.5437	1.9E-109	-54.5107	-45.7894	-54.5107	-45.7894
Mai	-44.3033	2.167406	-20.4407	9.38E-91	-48.552	-40.0547	-48.552	-40.0547
Juun	-6.55204	2.165509	-3.02564	0.002488	-10.7969	-2.30714	-10.7969	-2.30714
Juul	0	0	65535	#NUM!	0	0	0	0
Aug	-11.2276	2.164334	-5.18756	#NUM!	-15.4702	-6.985	-15.4702	-6.985
Sept	9.901834	2.19518	4.510717	6.55E-06	5.598766	14.2049	5.598766	14.2049
Okt	-35.5708	2.4285	-14.6472	5.18E-48	-40.3313	-30.8104	-40.3313	-30.8104
Nov	-70.6136	2.59534	-27.2078	1.5E-156	-75.7011	-65.5261	-75.7011	-65.5261
Dets	-102.349	2.702176	-37.8766	7.8E-291	-107.646	-97.0523	-107.646	-97.0523

ELEKTRIHINNA KUJUNEMINE EESTIS: ELEMENDID

1

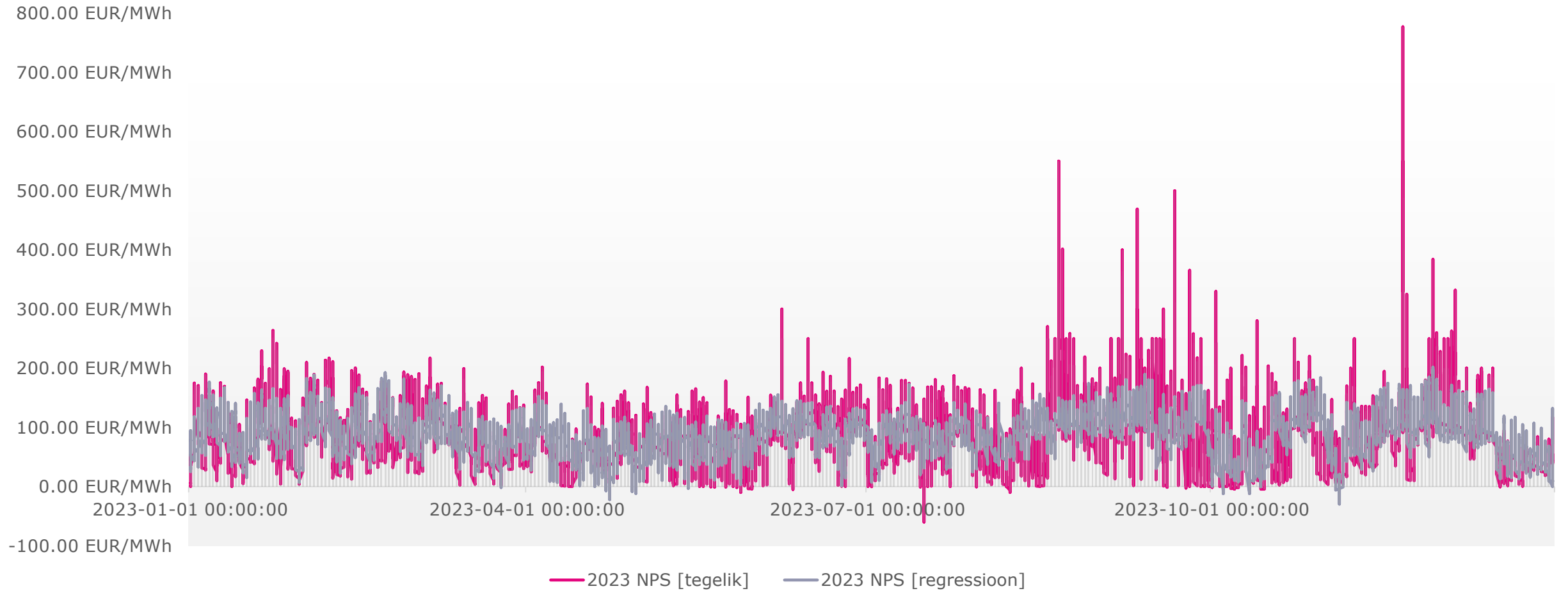


- Mida rohkem on tuult ja päikest elektrienergia tootmises, seda volatiilsem on tunnipõhine elektrienergia bilanss ja seeläbi ka NPS
- Mida rohkem on tuult ja päikest elektrienergia tootmises, seda madalam on elektrienergia hinnatase

ETAPP 1: NPS REGRESSIOONIMUDEL 2023 AASTA ANDMETEL

1

Nord Pool 2023 Eesti elektrienergia hinnad vs. regressioonimudel



REGRESSIOONMUDELI KOKKUVÕTE

1

- Regressioonimudel kirjeldab 2023 tegelikku elektrienergia hinnadünaamikat piisavalt hästi, kuid lähtuvalt lineaarsest iseloomust on väiksema standardhälbega (hinnavolatiilsus)
- Tuuleparkide ja päikeseparkide saavutatud tulu- ja hinnadünaamika on väga hästi mudeli poolt kirjeldatud minimaalsete erinevustega
- Nii tegelikud andmed kui ka regressioonimudeli tulemused näitavad arvestatavad keskmise müügihinna vahet taastuenergia ja muu energia vahel kus tuuleenergia saavutas turu keskmise hinna

Päev-ette tunnihinnad (NPS)		
[EUR/MWh]	2023 tegelik	2023 mudel
Mediaan	90.3	90.0
Keskmine	90.8	90.8
Standardhälve	55.8	37.8
Minimaalne väärtus	-60.0	-29.8
Maksimaalne väärtus	777.2	201.7
Tunde hind alla 0 EUR/MWh	129.0	42.0

Kogukulu tarbijale		
[EUR/MWh]	2023 tegelik	2023 mudel
Tarbimine kokku (MWh)	8,120,432	8,120,432
Kogukulu (milj EUR)	769.4	769.4

	Tuulepargid		Päikesepargid	
	2023 tegelik	2023 mudel	2023 tegelik	2023 mudel
Installeeritud võimsus	350	350	599	599
Müügitulu, kokku (milj. EUR)	50.2	50.4	53.1	53.8
Arv. Müügihind, EUR/MWh	79	79	73	74
Müügitulu install. MW kohta	143,510	143,962	88,671	89,801

2030 AASTA STSENAARIUMMUDELI SISEND

2

- Eelnevalt kirjeldatud analüüsi tulemusena saadud regressioonimudeliga koostati 2030 aasta elektri hinna projektsioon järgmises etapis stsenaariumanalüüsi sisendina kasutamiseks
- Hinnaprojektsiooni alusandmed saadi Taltech'i poolt koostatud „Tuule- ja päikeseelektrijaamade tunnipõhise toodangu mudel“-ist, mille täpsemad sisendid olid defineeritud Kliimaministeeriumi poolt
- Antud sisendite baasil koostatud tootmisstsenaariumi puhul on aasta koondina elektri tarbimine täies ulatuses kaetud tuule ja päikeseelektrijaamade toodanguga (summaarne baas)
- Eeldab „muud“ tootmist (paindlikkus, teised tootmisjaamad) lisaks kuni 80% tasemel 2023a võrreldes olukorras kus tegemist on energiatootmise defitsiidiga

MUDELI SISENDID

Elektri tarbimine	10,000	GWh
Olemasolevad päikeseelektrijaamad	1,480	MW
Uued päikeseelektrijaamad	1,000	MW
Olemasolevad tuuleelektrijaamad	680	MW
Uued tuuleelektrijaamad	2,000	MW
Meretuulepargid	0	MW
Olemasolevad muud taastuvad	91	MW

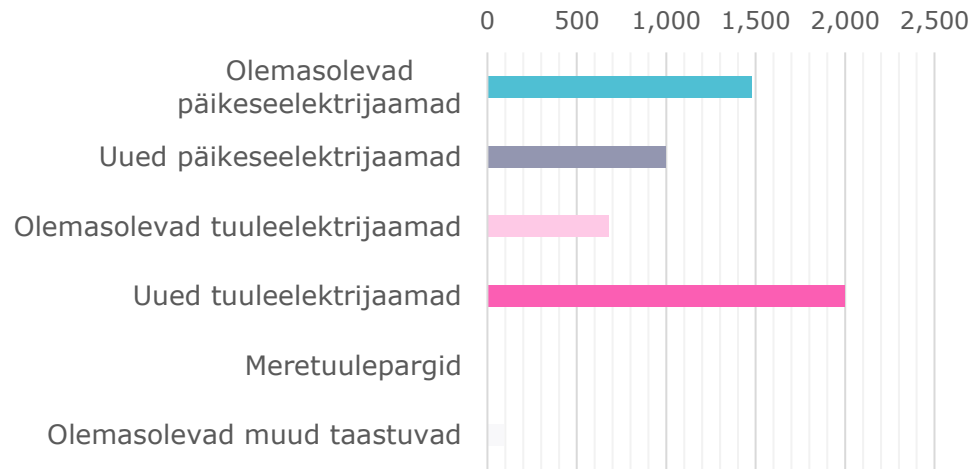
TULEMUSTE KOKKUVÕTE

Elektri tarbimine	10,000 GWh
Elektri tootmine	10,749 GWh
Olemasolevad päikeseelektrijaamad	1,622 GWh
Uued päikeseelektrijaamad	1,139 GWh
Olemasolevad tuuleelektrijaamad	1,476 GWh
Uued tuuleelektrijaamad	6,238 GWh
Meretuulepargid	0 GWh
Olemasolevad muud taastuvad	274 GWh

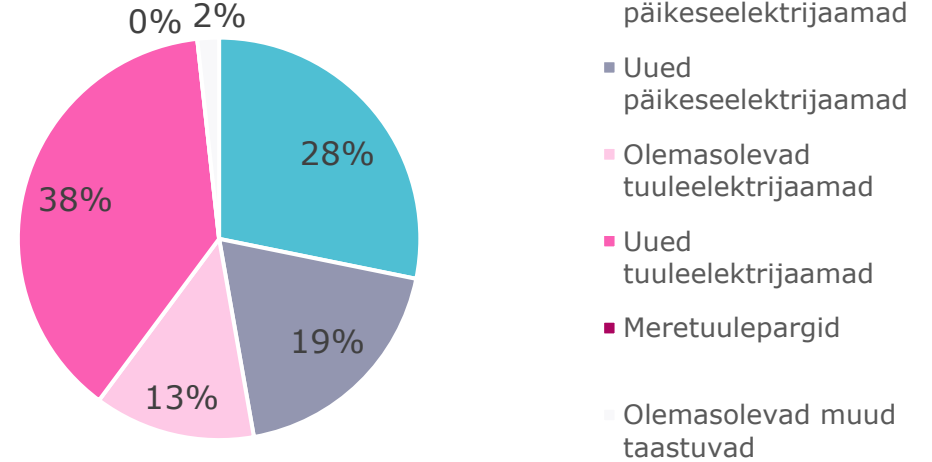
2030 AASTA STSENAARIUMMUDELI SISEND

2

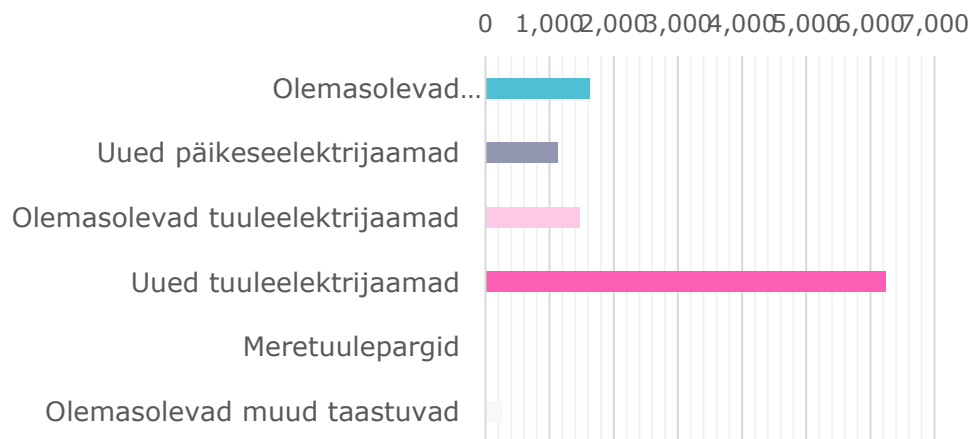
Tootmisvõimsused (MW)



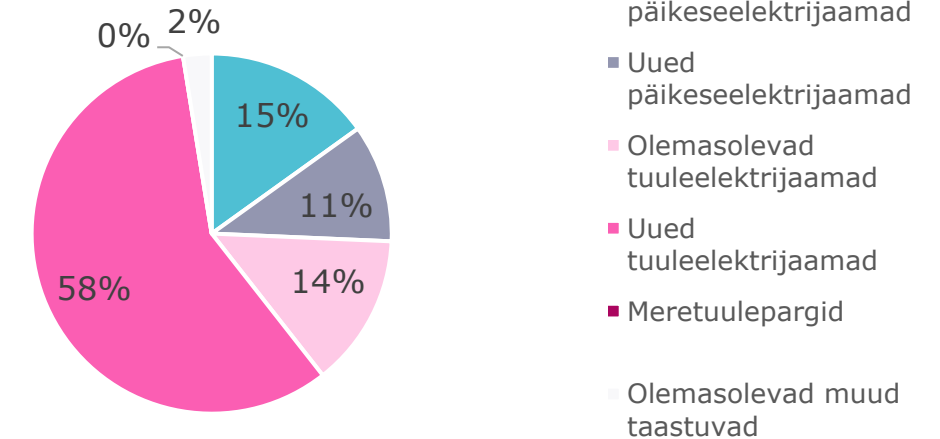
Tootmisvõimsuste osakaal



Elektrienergia toodang (GWh)

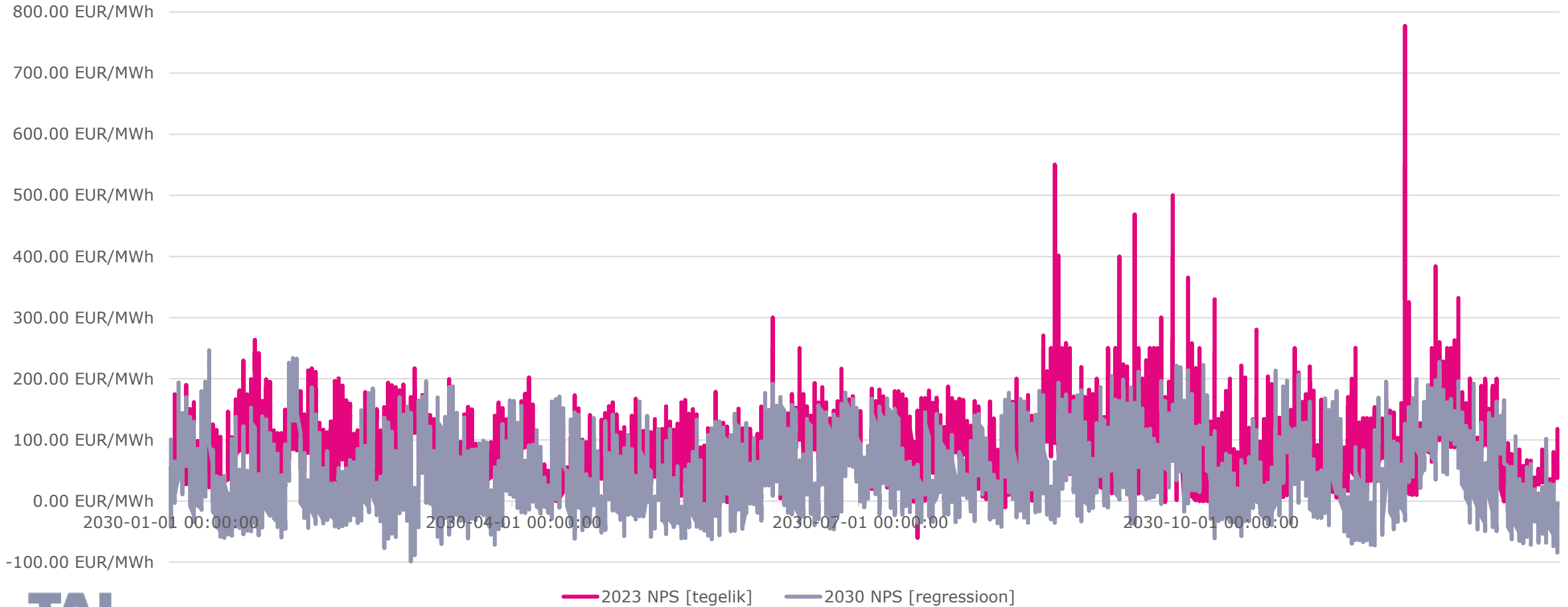


Toodangu osakaal



ETAPP 2: NPS HINNAPROGNOOS 2030 AASTAKS

Nord Pool 2023 Eesti elektrienergia hinnad vs. 2030 regressioonimudel



2030 AASTA HINNA-JA TULUDÜNAAMIKA MUUDATUSED

3

- Uuendatud tootmis- ja tarbimismahtude kontekstis on oodata nii keskmise kui ka mediaan elektritunnihinna langust ~40-50 EUR/MWh kohta ning oluliselt volatiilsemat hinda
- Probleemiks muutub sellise hinnaootuse puhul aga nii päikese- kui ka tuuleparkide tasuvus tänu oluliselt madalamale oodatavale väljamüügihinnale tootmisperioodidel
- Sellest lähtuvalt ei ole realistlik oodata ilma riigipoolsete tugimeetmeteta investeringute jätkumist taastuenergeetika tootmisüksustesse soovitud tootmismahu saavutamiseks

Päev-ette tunnihinnad (NPS)			
[EUR/MWh]	2023 tegelik	2023 mudel	2030 mudel
Mediaan	90.3	90.0	39.6
Keskmine	90.8	90.8	47.4
Standarhälve	55.8	37.8	59.6
Minimaalne väärtus	-60.0	-29.8	-98.7
Maksimaalne väärtus	777.2	201.7	246.4
Tunde hind alla 0 EUR/MWh	129.0	42.0	1,986.0

Kogukulu tarbijale			
	2023 tegelik	2023 mudel	2030 mudel
Tarbimine kokku (MWh)	8,120,432	8,120,432	10,000,000
Kogukulu (milj EUR)	769.4	769.4	512.4

	Tuulepargid			Päikesepargid		
	'23 tegelik	'23 mudel	'30 mudel	'23 tegelik	'23 mudel	'30 mudel
Installeeritud võimsus	350	350	2,680	599	599	2,480
Müügitulu, kokku (milj. EUR)	50.2	50.4	146.1	53.1	53.8	54.2
Arv. Müügihind, EUR/MWh	79	79	19	73	74	20
Müügitulu install. MW kohta	143,510	143,962	54,511	88,671	89,801	21,868

**SALVESTUSE MÕJU 2030
ELEKTRIENERGIA:
STSENAARIUMANALÜÜS**

ÜLDISED EELDUSED JA PROTSESS

- Stsenaariumanalüüs tehakse 2030 prognoos- mudelit baasil kasutades salvestust tootmise nihutamiseks hinnasignaalide alusel uue tootmiskõvera saamiseks
- Seejärel teostatakse uue hinnakõvera arvutused vastavalt prognoosmudelile 2030 aasta tarbeks mis on analüüsi väljund

1

Salvestuse modelleerimine defineeritud piirangute kontekstis uue tunnipõhise elektrienergia tootmisgraafiku sisendi saamiseks (järjekord: 1. päike, 2. tuul, 3. muu)

2

Salvestuse lisamine elektrienergia tunnipõhise toodangu 2030a modeleeritud baasmudelisse uue hinnakõvera saamiseks tootmis- ja tarbimise ning finantsefektide tuvastamiseks

STSENAARIUMITE ÜLEVAADE JA EELDUSED

- Salvestuse lisandumise sammud:
 - 250 MW
 - 500 MW;
 - 1000 MW;
 - 1500 MW.
- Salvestuse kestuse sammud:
 - 2 tundi (liitiumaku);
 - 4 tundi (liitiumaku);
 - 12 tundi (pump-hüdroakumulatsioonijaam).

- Üldised eeldused:

Sisendid		
Üldised andmed		
Üldised elemendid	Ühik	Väärtus
Muu energia tootmine Eestis '30 vs '23	[%]	80.0%
Maksimum muu tootmine tarbimisest	[%]	100.0%
Võrgukaod	[%]	5.4%
Võrgutariifid	[EUR/MWh]	6.00
Keskmine kurss EUR / USD	[EUR/USD]	1.0541

- Mudel ei arvesta elektri ostu ja müügi kuludega (ostja-müüja marginaal)

250MW STSENAARIUMI EELDUS: PUMPHÜDRO, 12 TUNDI

- Salvestusseadme võimsus 250MW
- Salvestuse maht 12 tundi
- Salvestusseadmete finants- ja opereerimisandmetel lähtutakse Energiasalve sisenditest

Akusalvestuse andmed - pumphüdro 12h		
Pumphüdro	Ühik	Väärtus
Salvestussüsteemi võimsus	[MW]	250.0
Salvestussüsteemi mahtuvus (nominaalne)	[MWh]	3,000.0
Salvestussüsteemi mahtuvus (kasutatav)	[MWh]	3,000.0
Salvestustundide arv	[hr]	12.0
Süsteemi koguinvesteering	[EUR]	375,000,000
Süsteemi koguinvesteering MWh kohta	[EUR/MWh]	125,000
Süsteemi eluiga	[aastat]	80.0
Eelduslik salvestustsüklite arv päevas	[tsükli/päev]	1.00
Salvestustsüklite arv eluea jooksul	[tsükli]	28,800.0
Hooldus- ja halduskulu, % investeeringust	[%]	1.5%
Akutsükli kulu per MWh, nominaalne	[EUR/MWh/tsükkel]	9.55
Salvestuse kasutusulatus (DoD)	[%]	100.0%
Akutsükli kulu per MWh, tegelik	[EUR/MWh/tsükkel]	9.55
Kaod	[%]	21.0%

250MW STSENAARIUMI EELDUS: LIITIUM, 4 TUNDI

- Salvestusseadme võimsus 250MW
- Salvestuse maht 4 tundi
- Süsteemi koguinvesteeringu ja eluea andmestikus lähtunud peamiselt NREL (National Renewable Energy Laboratory) 2023 analüüsist ja andmetest

Akusalvestuse andmed - liitium 4h		
Liitiumaku	Ühik	Väärtus
Salvestussüsteemi võimsus	[MW]	250.0
Salvestussüsteemi mahtuvus (nominaalne)	[MWh]	1,000.0
Salvestussüsteemi mahtuvus (kasutatav)	[MWh]	900.0
Salvestustundide arv	[hr]	4.0
Süsteemi koguinvesteering	[EUR]	309,268,570
Süsteemi koguinvesteering MWh kohta	[EUR/MWh]	309,269
Süsteemi eluiga	[aastat]	15.0
Eelduslik salvestustsüklite arv päevas	[tsüklit/päev]	1.50
Salvestustsüklite arv eluea jooksul	[tsüklit]	8,100.0
Hooldus- ja halduskulu, % investeeringust	[%]	1.0%
Akutsükli kulu per MWh, nominaalne	[EUR/MWh/tsükkel]	43.91
Salvestuse kasutusulatus (DoD)	[%]	90.0%
Akutsükli kulu per MWh, tegelik	[EUR/MWh/tsükkel]	48.79
Kaod	[%]	12.0%

250MW STSENAARIUMI EELDUS: LIITIUM, 2 TUNDI

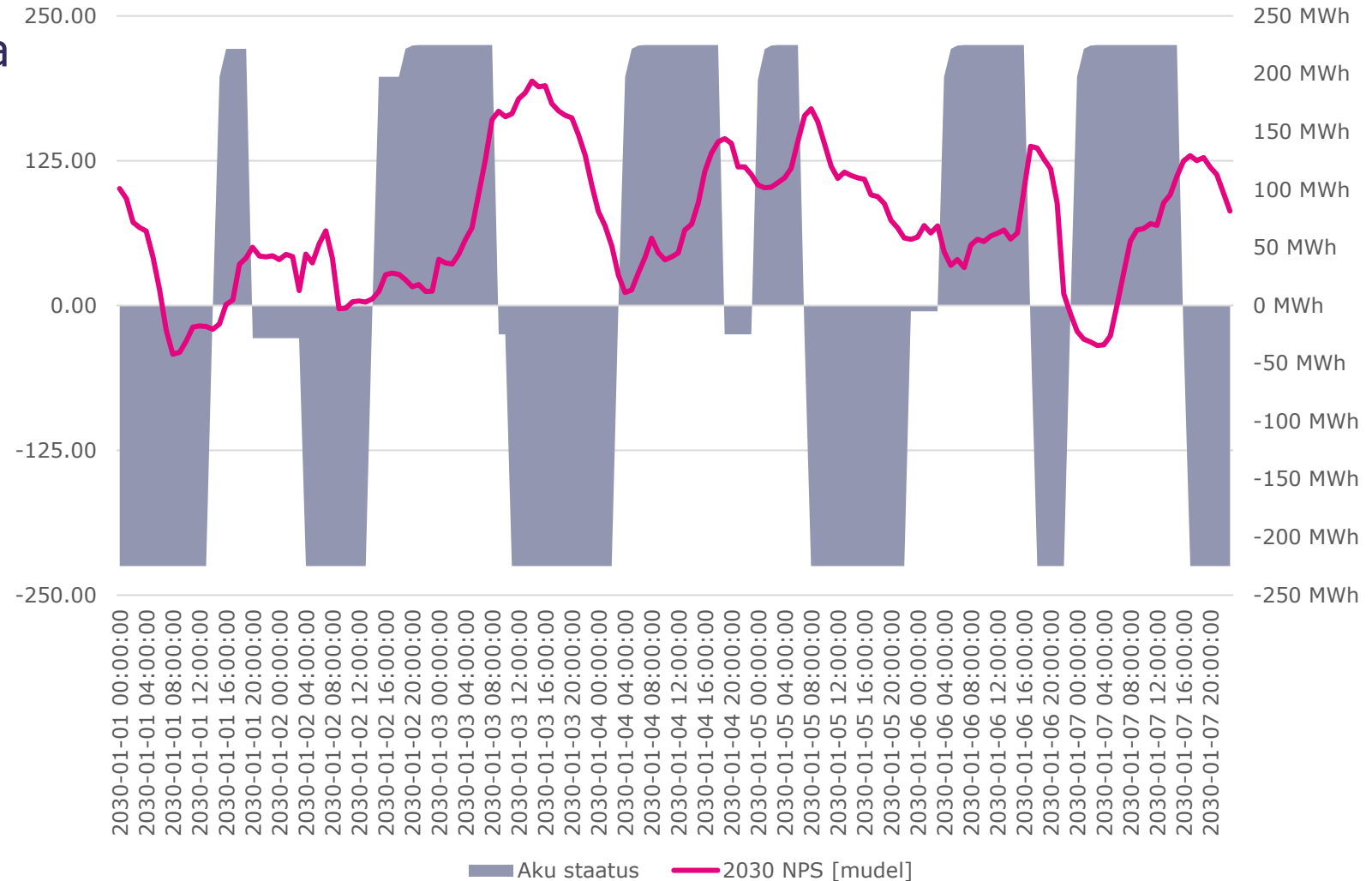
- Salvestusseadme võimsus 250MW
- Salvestuse maht 2 tundi
- Süsteemi koguinvesteeringu ja eluea andmestikus lähtunud NREL (National Renewable Energy Laboratory) 2023 analüüsist ja andmetest

Akusalvestuse andmed - liitium 2h		
Liitiumaku	Ühik	Väärtus
Salvestussüsteemi võimsus	[MW]	250.0
Salvestussüsteemi mahtuvus (nominaalne)	[MWh]	500.0
Salvestussüsteemi mahtuvus (kasutatav)	[MWh]	450.0
Salvestustundide arv	[tundi]	2.0
Süsteemi koguinvesteering	[EUR]	189,735,319
Süsteemi koguinvesteering MWh kohta	[EUR/MWh]	379,471
Süsteemi eluiga	[aastat]	15.0
Eelduslik salvestustsüklite arv päevas	[tsüklit/päev]	1.50
Salvestustsüklite arv eluea jooksul	[tsüklit]	8,100.0
Hooldus- ja halduskulu, % investeeringust	[%]	1.0%
Akutsükli kulu per MWh, nominaalne	[EUR/MWh/tsükkel]	53.88
DoD	[%]	90.0%
Akutsükli kulu per MWh, tegelik	[EUR/MWh/tsükkel]	59.86
Kaod	[%]	12.0%

SALVESTUSE MUDEL: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW SALVESTUS (NÄIDISNÄDAL)

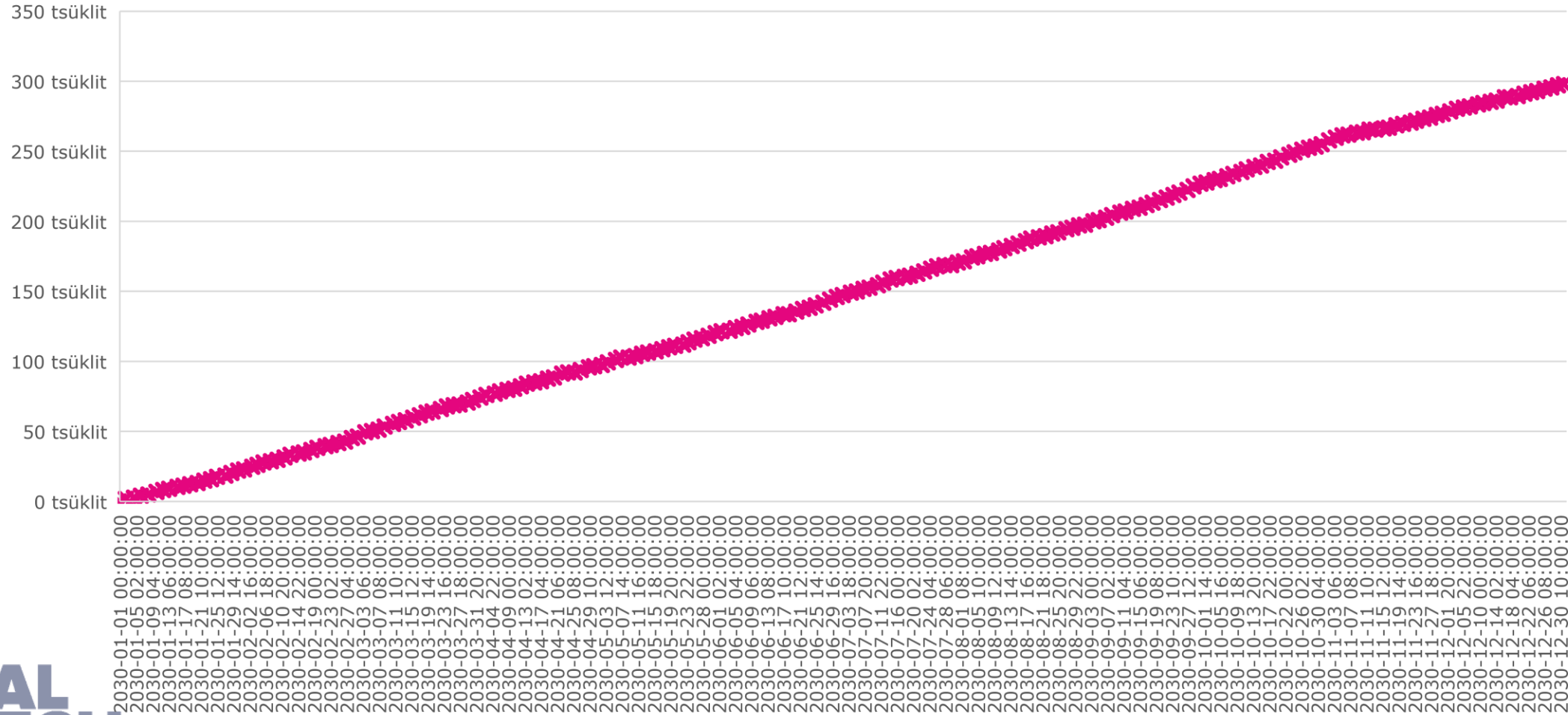
1

- Antud näites on ära toodud salvestuse mudeli näide 1-nädalase salvestusperioodi jooksul



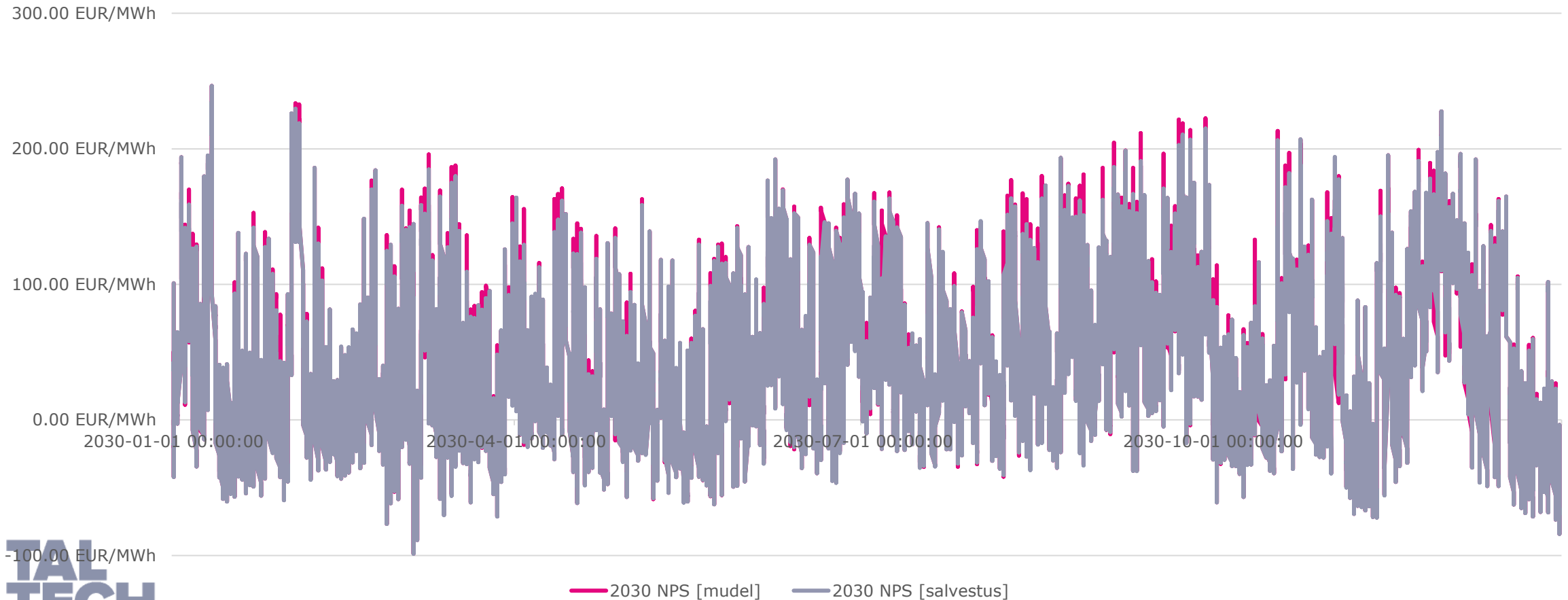
SALVESTUSE MUDEL: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW SALVESTUS

■ Kumulatiivsete tsüklite arv



SALVESTUSE MUDEL: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW SALVESTUS

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



SALVESTUSE MUDEL: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW SALVESTUS

2

- 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

SAGEDUSTEENUSTE KULU ANALÜÜS

ÜLDISED EELDUSED JA PROTSESS

- mFRR regressioonimudel lähtub samast andmestikust (ajaline vahemik, prognoositud andmestik), mille baasil on loodud NPS regressioonimudel andmete ühetaolisuse tagamiseks
- 2023 aasta regressioonimudeli ning 2030 NPS regressioonimudeli baasil luuakse 2030 aasta baasandmestik mFRR kulude prognoosimiseks erinevates stsenaariumites
- mFRR kogukulude baasil arvutatakse Soome turumahtude võrdlusel saadud koefitsienti kasutades potentsiaalne sagedusturgude kulutase erinevates stsenaariumites

1

mFRR regressioonimudeli loomine ning parima mudeli valik 2023 andmete põhjal

2

Soome turu baasil mFRR ja teiste sagedusturgude mahu analüüs ning sisendi loomine hindamismudeli aluseks

3

2030 prognoositava sagedusturu kulude hindamine stsenaariumaanlүүsis

MFRR TURU ANDMEANALÜÜS: MFRR REGRESSIOONMUDEL

1

- Eesti turu mFRR andmemudeli koostamisel võeti aluseks järgmised andmeanalüüsi elemendid:
 - Energia tarbimine (planeeritud) [MWh]
 - Energia tootmine (planeeritud), sealhulgas:
 - Tuul [MWh, % kogutoodangust]
 - Päike [MWh, % kogutoodangust]
 - Muu [MWh, % kogutoodangust]
 - Energia bilanss (planeeritud)
 - Kalendrikuu [jaan-detsember]
- Tegelikke andmeid (tarbimine, tootmine) ei saa kasutada kuna need puuduvad 2030 ennustusmudelil (puudub hilisem rakendamise alus)
- Analüüsis kasutati NPS regressioonmudeliga võrreldes sama ajavälpa

MFRR TURU ANDMEANALÜÜS: MFRR REGRESSIOONMUDEL (JÄTKUB)



- Kõige parema tulemuse eeltoodud andmepriodi jooksul andis regressioonmudel mis sisaldas :
 - Eesti elektrienergia prognoositav bilanss [MWh], prognoosandmed
 - Eesti elektrienergia NPS hind [EUR/MWh],
 - Kalendrikuu [jaanuar-detsember]
- Analüüsi tulemusena saadud regereessioonmudeli on pigem madal kuna baseerub prognoosandmetel (mudeli determinatsioonikordaja väärtus $R^2=0.03$)

Regression Statistics	
Multiple R	0.175927288
R Square	0.030950411
Adjusted R Square	0.029395683
Standard Error	2451.789984
Observations	8760

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	14	1679176775	119941198.2	21.48753185	8.18275E-55
Residual	8746	52574603501	6011274.125		
Total	8760	54253780276			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%
Intercept	340.3226771	110.0923309	3.091247813	0.001999439	124.515808
Bilanss	1.031954457	0.18775848	5.496180283	3.99017E-08	0.663903663
NPS Eesti	4.300663249	0.489415352	8.787348478	1.822E-18	3.341294018
Jaan	623.9798759	132.7351057	4.700940814	2.62926E-06	363.7878412
Veeb	426.511131	136.9024161	3.115439034	0.001842656	158.1501875
Märt	392.2628818	133.3910292	2.940699117	0.003283303	130.7850827
Apr	320.6660862	133.9146018	2.394556545	0.016661397	58.16196169
Mai	380.0358421	130.0693501	2.921793964	0.003489122	125.0693155
Juun	0	0	65535	#NUM!	0
Juul	66.44853109	130.6724282	0.508512254	#NUM!	-189.7001706
Aug	694.8022536	131.4130028	5.287165187	1.27226E-07	437.2018516
Sept	383.4638179	131.4331172	2.917558573	0.003536814	125.8239869
Okt	228.6888921	139.9056432	1.634593765	0.102170225	-45.55908313
Nov	1473.610728	140.3162617	10.50206662	1.20052E-25	1198.557844
Dets	439.247808	137.7828633	3.187971258	0.001437793	169.1609809

SAGEDUSTEENUSTE TULU POTENTIAAL SOOME NÄITEL

2

- Viimase 11 kuu sagedusteenuste tulu Soomes kokku moodustab ca 132m EUR, sellest mFRR on ca 51%
 - Sisaldab aFRR üles/alla, FCR üles/alla, FCRn, FFR, mFRR üles/alla
- MW kohta oli Soome turu viimase 12 kuu tulubaas 692 tuhat EUR (elimineerides samaaegselt erinevatel turgudel osalemise)

Element	12 kuud			11 kuud	Kokku	2023 11k
EUR	2020	2021	2022	2023	Total	2023%
aFRR, up	1,309,499	3,711,692	14,057,667	3,994,779	23,073,637	3%
aFRR, down	2,269,901	5,396,836	29,329,785	5,307,446	42,303,968	4%
FCRd, up	4,667,748	5,897,654	8,456,598	22,954,453	41,976,453	17%
FCRd, down	0	0	6,069,085	9,623,206	15,692,291	7%
FCRn	7,710,287	5,695,009	10,472,471	21,660,338	45,538,105	16%
FFR	1,327,975	1,179,310	911,706	726,640	4,145,631	1%
mFRR, down	0	0	0	28,795,166	28,795,166	22%
mFRR, up	0	0	139,799	38,576,915	38,716,714	29%
Kokku	17,285,411	21,880,501	69,437,111	131,638,942	240,241,964	

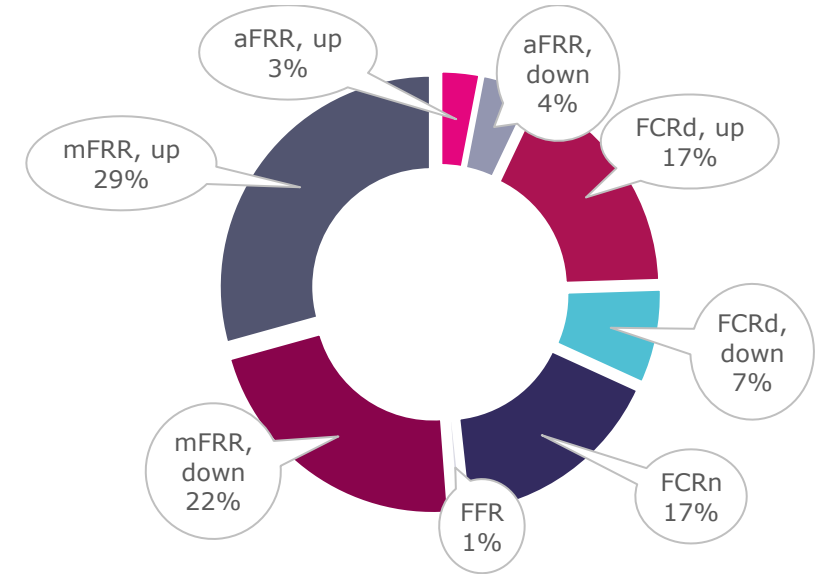
Element	12 kuud			11 kuud	Kokku	2023 11k
EUR per MW	2020	2021	2022	2023	Total	2023%
aFRR, up	89,565	178,625	601,470	193,867	1,063,526	14%
aFRR, down	100,925	191,319	930,411	172,335	1,394,990	12%
FCRd, up	57,799	58,291	113,047	232,646	461,783	16%
FCRd, down	0	0	214,405	125,162	339,567	9%
FCRn	182,004	123,225	309,113	388,011	1,002,353	27%
FFR	75,238	57,212	43,966	39,063	215,479	3%
mFRR, down	0	0	0	139,680	139,680	10%
mFRR, up	0	0	1,027	129,740	130,767	9%
Kokku	505,531	608,671	2,213,438	1,420,505	4,748,145	

Elimineerides	272,337	338,840	1,205,417	592,272	0	
Kokku mFRR	0	0	1027	269,421		45%

SAGEDUSTEENUSTE TULU POTENTIAAL SOOME NÄITEL

2

- Arvestades sellega, et Eestis on praegu mFRR turumaht ca 6M EURi (neto, peale bilansienergia portfelli halduritele), siis sagedusteenuste turu kogumaht on 12M+ EUR Eestis kokku peale teiste turgude avanemist
- Turu kogumahtu on keeruline hinnata kuna tänane mFRR ei peegelda turu koguvajadust enne Venemaa võrgust lahtiühendamist
- Konservatiivne hinnang oleks sagedusteenuste osas ca ~20M EURi kogu turumaht



TAL
TECH



6M EUR

- FFR: avaneb 2025
- FCR: Fingrid piloot 2024 aastal?
- aFRR: avaneb 2025
- mFRR: ~6M EUR



143M EUR

- FFR: ~1M EUR
- FCR: ~59M EUR
- aFRR: ~10M EUR
- mFRR: ~73M EUR

KOONDVÄLJUND: NÄIDE 2-TUNNINE 250MW SALVESTUS

3

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	46.13	-1.31	-2.8%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,962	-24.00	-1.2%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	145,727,675	-362,380	-0.2%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	54,639,880	406,070	0.7%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	200,367,554	43,690	0.0%
Lõppkliendide kogukulu	512,426,814	498,728,150	-13,698,664	-2.7%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,293,517	-136,133	-0.7%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	518,021,667	-13,834,797	-2.6%

- Lisades eelnevalt saadud salvestusmudelisse sagedusteenused, siis suureneb salvestuse positiivne mõju lõpptarbija kogukulule (eeldades kulude 100%-lise üleviimise lõpptarbijale) täiendavalt ca 136 tuhande euro võrra aastas

TULEMUSED JA KOKKUVÕTE

STSENAARIUMITE TULEMITE VÕRDLUK: KOKKUVÕTE

Element	Ühik	2030 baas	Stsenaarium 1: 250MW		Stsenaarium 1: 500MW		Stsenaarium 1: 1000MW		Stsenaarium 1: 1500MW	
Pumphüdro 12h		Salvestuseta	Salvestusega	Erinevus (EUR, %)	Salvestusega	Erinevus (EUR, %)	Salvestusega	Erinevus (EUR, %)	Salvestusega	Erinevus (EUR, %)
Hinnapõhine vaade										
Päev-ette NPS, keskmine	[EUR/MWh]	47.44	43.04	-4.40 -9.3%	43.51	-3.93 -8.3%	48.66	1.22 2.6%	59.85	12.41 26.2%
Tundide arv NPS<0	[tundi]	1,986	1,945	-41.00 -2.1%	1,955	-31.00 -1.6%	1,872	-114.00 -5.7%	1,597	-389.00 -19.6%
Lõppklientide kogukulu	[EUR]	512,426,814	471,673,245	-40,753,570 -8.0%	474,871,975	-37,554,840 -7.3%	519,078,451	6,651,637 1.3%	623,199,505	110,772,690 21.6%
Sotsiaalmajanduslik vaade										
Tuuleparkide müügitulu	[EUR]	146,090,055	146,224,244	134,189 0.1%	154,817,123	8,727,068 6.0%	188,489,905	42,399,850 29.0%	288,896,441	142,806,386 97.8%
Päikeseparkide müügitulu	[EUR]	54,233,810	56,977,487	2,743,677 5.1%	62,713,376	8,479,566 15.6%	80,587,263	26,353,453 48.6%	97,358,290	43,124,480 79.5%
Taastuvtoomise tulu muutus	[EUR]	200,323,865	203,201,731	2,877,866 1.4%	217,530,499	17,206,634 8.6%	269,077,168	68,753,303 34.3%	386,254,732	185,930,867 92.8%
Lõppklientide kogukulu	[EUR]	512,426,814	471,673,245	-40,753,570 -8.0%	474,871,975	-37,554,840 -7.3%	519,078,451	6,651,637 1.3%	623,199,505	110,772,690 21.6%
Sagedusteenuste kogukulu	[EUR]	19,429,650	18,785,511	-644,139 -3.3%	18,500,229	-929,421 -4.8%	18,239,437	-1,190,213 -6.1%	18,425,196	-1,004,454 -5.2%
Klientide ja süsteemikulud	[EUR]	531,856,464	490,458,755	-41,397,709 -7.8%	493,372,204	-38,484,261 -7.2%	537,317,888	5,461,424 1.0%	641,624,701	109,768,237 20.6%
Liitium 4h										
Hinnapõhine vaade										
Päev-ette NPS, keskmine	[EUR/MWh]	47.44	44.70	-2.74 -5.8%	44.17	-3.27 -6.9%	46.13	-1.31 -2.8%	51.73	4.29 9.0%
Tundide arv NPS<0	[tundi]	1,986	1,958	-28.00 -1.4%	1,931	-55.00 -2.8%	1,872	-114.00 -5.7%	1,714	-272.00 -13.7%
Lõppklientide kogukulu	[EUR]	512,426,814	485,359,724	-27,067,090 -5.3%	478,913,381	-33,513,434 -6.5%	493,000,255	-19,426,560 -3.8%	543,933,115	31,506,301 6.1%
Sotsiaalmajanduslik vaade										
Tuuleparkide müügitulu	[EUR]	146,090,055	144,944,322	-1,145,733 -0.8%	147,020,728	930,673 0.6%	163,373,520	17,283,465 11.8%	200,959,003	54,868,948 37.6%
Päikeseparkide müügitulu	[EUR]	54,233,810	54,693,125	459,315 0.8%	56,059,036	1,825,226 3.4%	62,631,797	8,397,987 15.5%	86,697,334	32,463,524 59.9%
Taastuvtoomise tulu muutus	[EUR]	200,323,865	199,637,447	-686,418 -0.3%	203,079,764	2,755,900 1.4%	226,005,317	25,681,452 12.8%	287,656,336	87,332,471 43.6%
Lõppklientide kogukulu	[EUR]	512,426,814	485,359,724	-27,067,090 -5.3%	478,913,381	-33,513,434 -6.5%	493,000,255	-19,426,560 -3.8%	543,933,115	31,506,301 6.1%
Sagedusteenuste kogukulu	[EUR]	19,429,650	19,164,449	-265,201 -1.4%	19,061,608	-368,042 -1.9%	19,078,697	-350,953 -1.8%	19,363,294	-66,356 -0.3%
Klientide ja süsteemikulud	[EUR]	531,856,464	504,524,174	-27,332,291 -5.1%	497,974,989	-33,881,476 -6.4%	512,078,952	-19,777,513 -3.7%	563,296,410	31,439,945 5.9%
Liitium 2h										
Hinnapõhine vaade										
Päev-ette NPS, keskmine	[EUR/MWh]	47.44	46.13	-1.31 -2.8%	46.07	-1.37 -2.9%	47.47	0.03 0.1%	50.52	3.08 6.5%
Tundide arv NPS<0	[tundi]	1,986	1,962	-24.00 -1.2%	1,945	-41.00 -2.1%	1,889	-97.00 -4.9%	1,815	-171.00 -8.6%
Lõppklientide kogukulu	[EUR]	512,426,814	498,728,150	-13,698,664 -2.7%	497,173,650	-15,253,165 -3.0%	507,680,976	-4,745,838 -0.9%	535,880,430	23,453,615 4.6%
Sotsiaalmajanduslik vaade										
Tuuleparkide müügitulu	[EUR]	146,090,055	145,727,675	-362,380 -0.2%	147,418,691	1,328,637 0.9%	157,477,413	11,387,358 7.8%	177,176,998	31,086,943 21.3%
Päikeseparkide müügitulu	[EUR]	54,233,810	54,639,880	406,070 0.7%	55,842,590	1,608,780 3.0%	60,566,987	6,333,177 11.7%	73,682,662	19,448,852 35.9%
Taastuvtoomise tulu muutus	[EUR]	200,323,865	200,367,554	43,690 0.0%	203,261,282	2,937,417 1.5%	218,044,400	17,720,535 8.8%	250,859,660	50,535,795 25.2%
Lõppklientide kogukulu	[EUR]	512,426,814	498,728,150	-13,698,664 -2.7%	497,173,650	-15,253,165 -3.0%	507,680,976	-4,745,838 -0.9%	535,880,430	23,453,615 4.6%
Sagedusteenuste kogukulu	[EUR]	19,429,650	19,293,517	-136,133 -0.7%	19,249,783	-179,867 -0.9%	19,273,549	-156,101 -0.8%	19,419,853	-9,797 -0.1%
Klientide ja süsteemikulud	[EUR]	531,856,464	518,021,667	-13,834,797 -2.6%	516,423,433	-15,433,031 -2.9%	526,954,525	-4,901,940 -0.9%	555,300,283	23,443,818 4.4%

STSENAARIUMITE TULEMITE VÕRDLU: TÄHELEPANEKUD

- Salvestid on ühiskonnale arvestatava positiivse mõjuga, millega on võimalik saavutada nii (1) lõpptarbija kogukulu vähenemine, (2) taastuenergia tootjate tulubaasi suurenemine (seeläbi vajaliku dotatsiooni vajaduse vähenemine avaliku sektori poolt) ehk käesoleva analüüsi tulemusena saab välja tuua järgmised sotsiaalmajanduslikud efektid:
 - Lõpptarbija kulu kokkuhoiu tänu odavamale keskmisele hinnale (kuni -8%)
 - Suurenenud tuule ja päikese tulude mis võimaldavad vähendada dotatsioone (kuni +90%)
 - Sagedusteenuste kogukulu vähenemise tänu NPS hinna ühtlustumise (kuni -6%)
- 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 kuna väheneks ligipääs odavale taastuenergiale
 - Tulemustest ning ka Euroopa turgude kogemusest lähtuvalt oleks põhjendatud suuremamahulise (üle 3 tunni) liitiumakude eelistamine väikesemamahulisele (2 tundi või alla);
 - Samuti peab TalTech tulemustele tuginedes optimaalseks kuni 750MW salvestusmahu saavutamise kombineerituna pumphüdro (ca 250MW) ning 4-tunniste liitiumakude (ca 500MW) baasil [märkus: sellist kombinatsiooni eraldi pole antud töö käigus hinnatud, järeldus põhineb lõpptarbija efektidel eraldiseisvate osade baasil]

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

TÄIENDAVID ELEMENTID MILLEGA ARVESTADA

Analüüs ei arvesta / ei sisalda:

- Investeeringukuludel põhinevat salvestuse investeeringu tasuvusanalüüsi (eeldab täiendavat finantsanalüüsi saadud tulemuste põhjal)
- Impordi elektri energia hinna sõltuvusest roheenergia (tuul, päike) hinnast (eeldab täiendavaid riigipõhiseid hinnaanaluüse)
- Ülekandevõimekuste kitsendusi ning sellekohaseid piiranguid (eeldab mudeli täiustamist)
- Salvestiga sagedusreservide turgudel osalemise analüüsi hindamiseks võimaliku tulubaasi mahtu erinevate stsenaariumite korral (vajab täiendavate mudelväljundite väljatöötamist)
- Kasutatavate tehnoloogiate turuvalmiduse taset (vajab täiendavat tehnoloogilist analüüsi)

Analüüs eeldab / tugineb:

- Ideaaltingimusi elektrienergia kauplemisel ning võimekust saada turult parim hind ilma tehingutasudeta (marginaal)
- Energiasalvelt saadud andmetele pumphüdro kulude ning kasutusstatistika osas (eluiga, investeeringu maht, opereerimise kulukus – eeldab täiendavat kolmandate osapoolte andmete kogumist võrdlusanalüüsiks)
- Turuekspertide hinnangule liitiumil baseeruva salvestussüsteemi eluea ning opereerimiskulude osas (eeldab täiendavat kolmandate osapoolte andmete kogumist võrdlusanalüüsiks)
- Ülekandetasudega vastavalt Kliimaministeeriumi sisendile (tase vajab täiendavat valideerimist)

TAL TECH

KONTAKTID



Ivo Palu

t: 520 1882

e: ivo.palu@taltech.ee



Ahto Päril

t: 511 1663

e: ahto.parl@taltech.ee

LISAD

STSENAARIUMANALÜÜS: 250 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, ANDMED

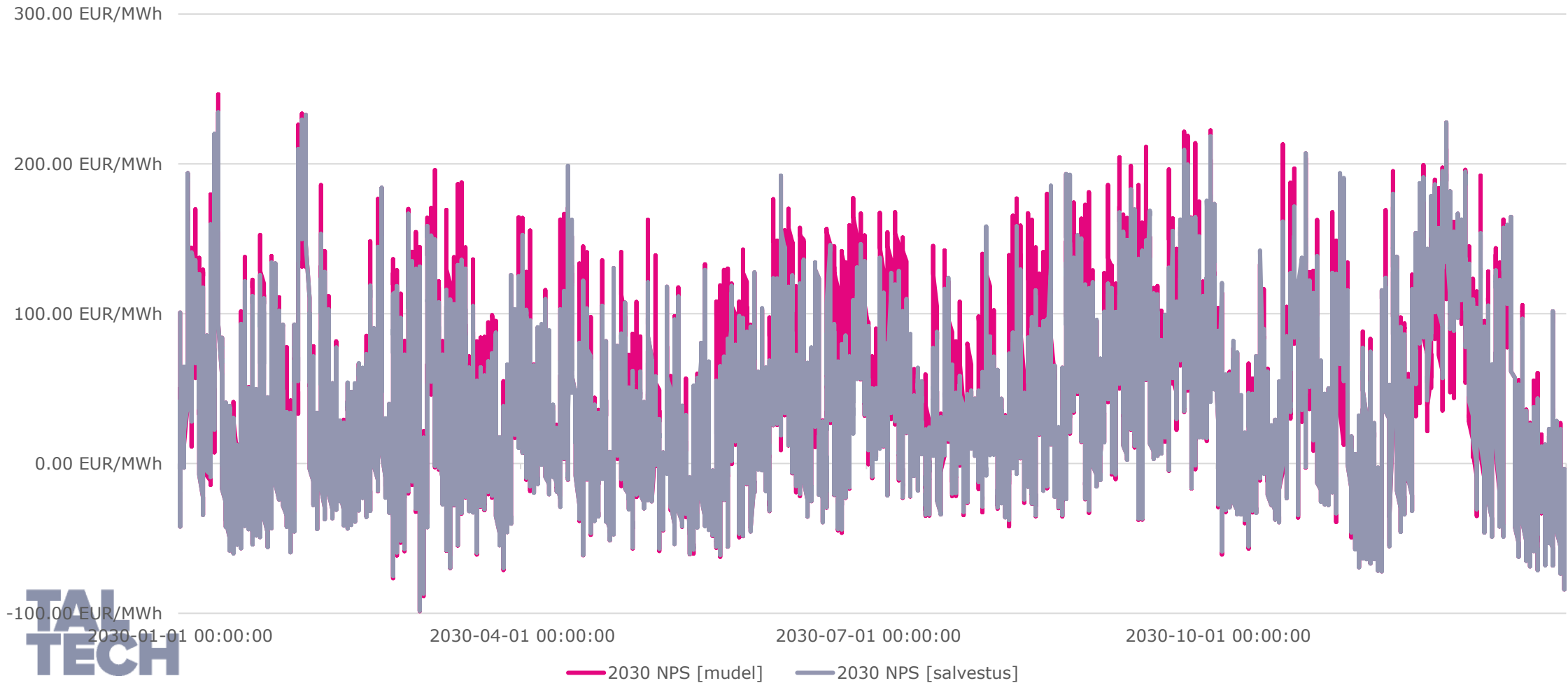
12
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	43.04	-4.40	-9.3%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,945	-41.00	-2.1%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	146,224,244	134,189	0.1%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	56,977,487	2,743,677	5.1%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	203,201,731	2,877,866	1.4%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	471,673,245	-40,753,570	-8.0%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	18,785,511	-644,139	-3.3%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	490,458,755	-41,397,709	-7.8%

STSENAARIUMANALÜÜS: 250 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, NPS

12 tunni aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 250 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

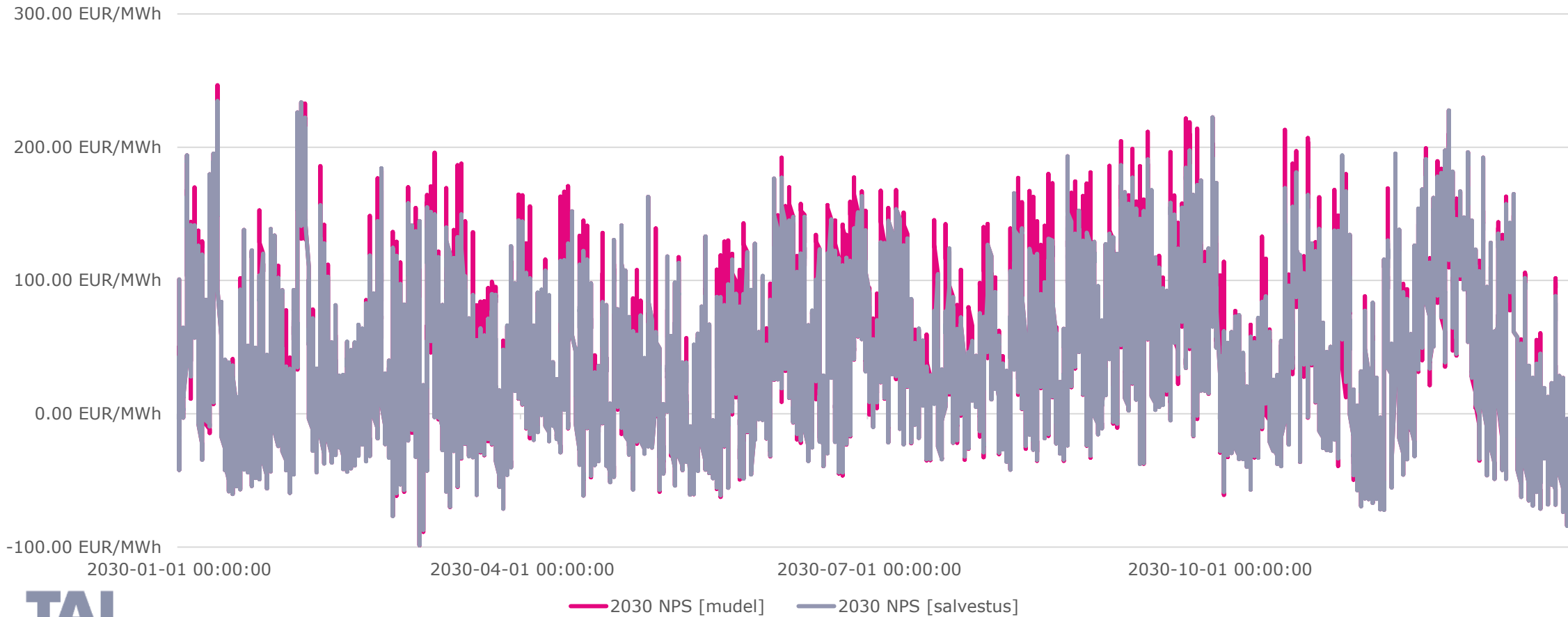
4
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	44.70	-2.74	-5.8%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,958	-28.00	-1.4%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	144,944,322	-1,145,733	-0.8%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	54,693,125	459,315	0.8%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	199,637,447	-686,418	-0.3%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	485,359,724	-27,067,090	-5.3%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,164,449	-265,201	-1.4%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	504,524,174	-27,332,291	-5.1%

STSENAARIUMANALÜÜS: 250 MW AKUSALVESTUS, NPS

4
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 250 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

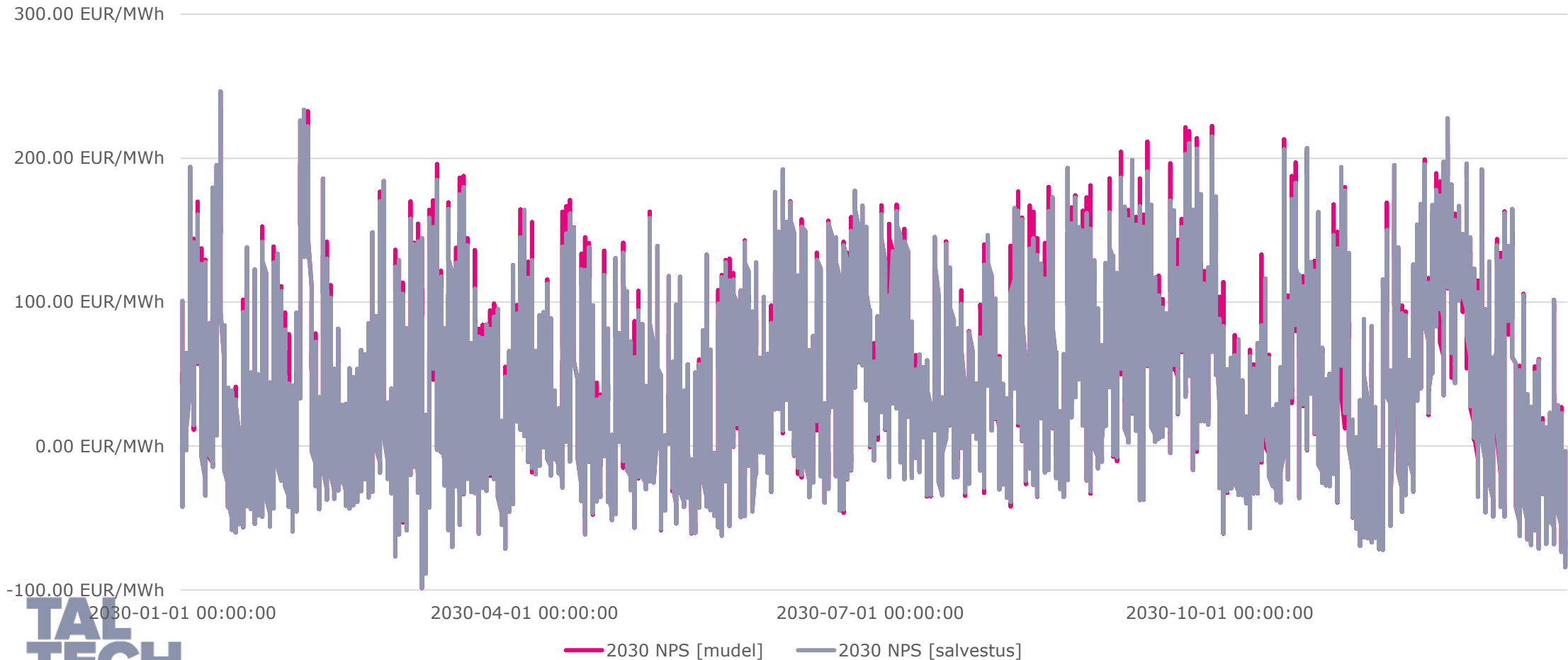
2
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	46.13	-1.31	-2.8%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,962	-24.00	-1.2%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	145,727,675	-362,380	-0.2%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	54,639,880	406,070	0.7%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	200,367,554	43,690	0.0%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	498,728,150	-13,698,664	-2.7%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,293,517	-136,133	-0.7%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	518,021,667	-13,834,797	-2.6%

STSENAARIUMANALÜÜS: 250 MW AKUSALVESTUS, NPS

2
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 500 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, ANDMED

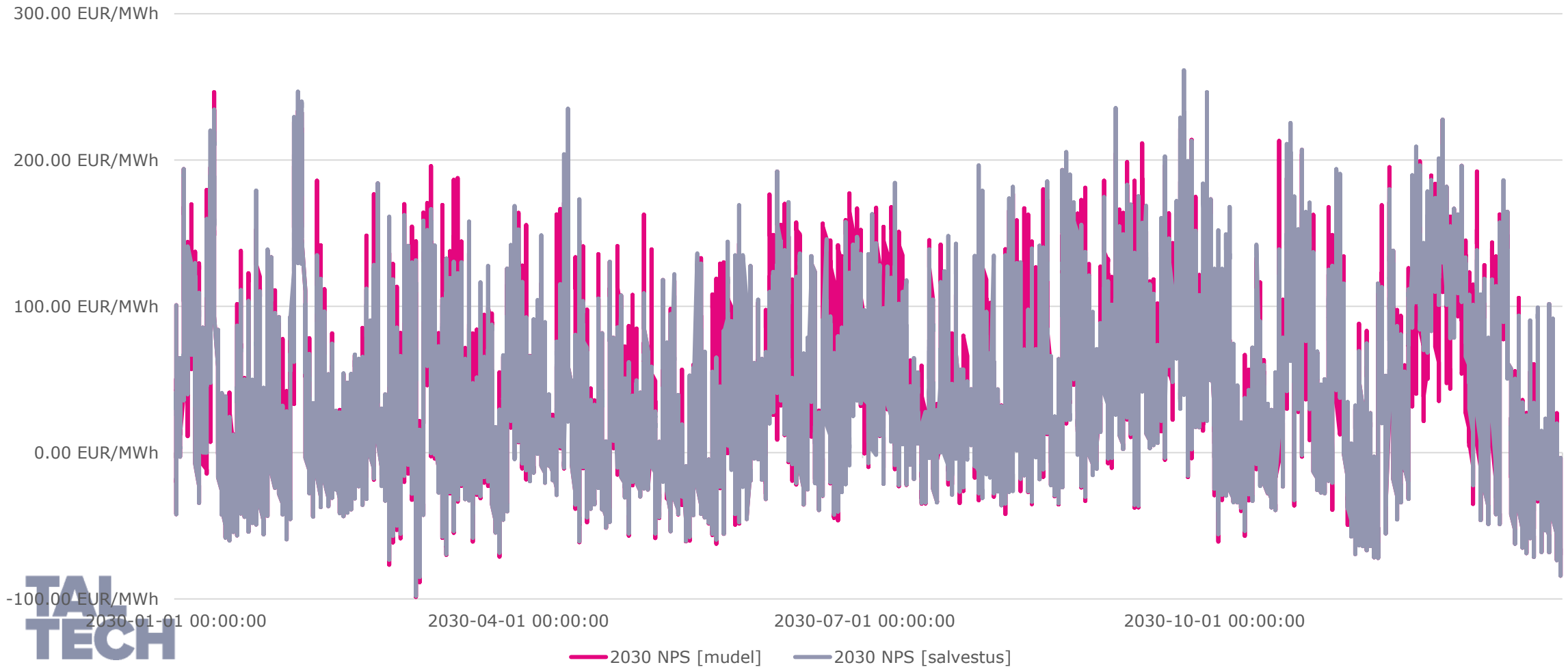
12
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	43.51	-3.93	-8.3%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,955	-31.00	-1.6%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	154,817,123	8,727,068	6.0%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	62,713,376	8,479,566	15.6%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	217,530,499	17,206,634	8.6%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	474,871,975	-37,554,840	-7.3%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	18,500,229	-929,421	-4.8%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	493,372,204	-38,484,261	-7.2%

STSENAARIUMANALÜÜS: 500 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, NPS

12 tunni aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 500 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

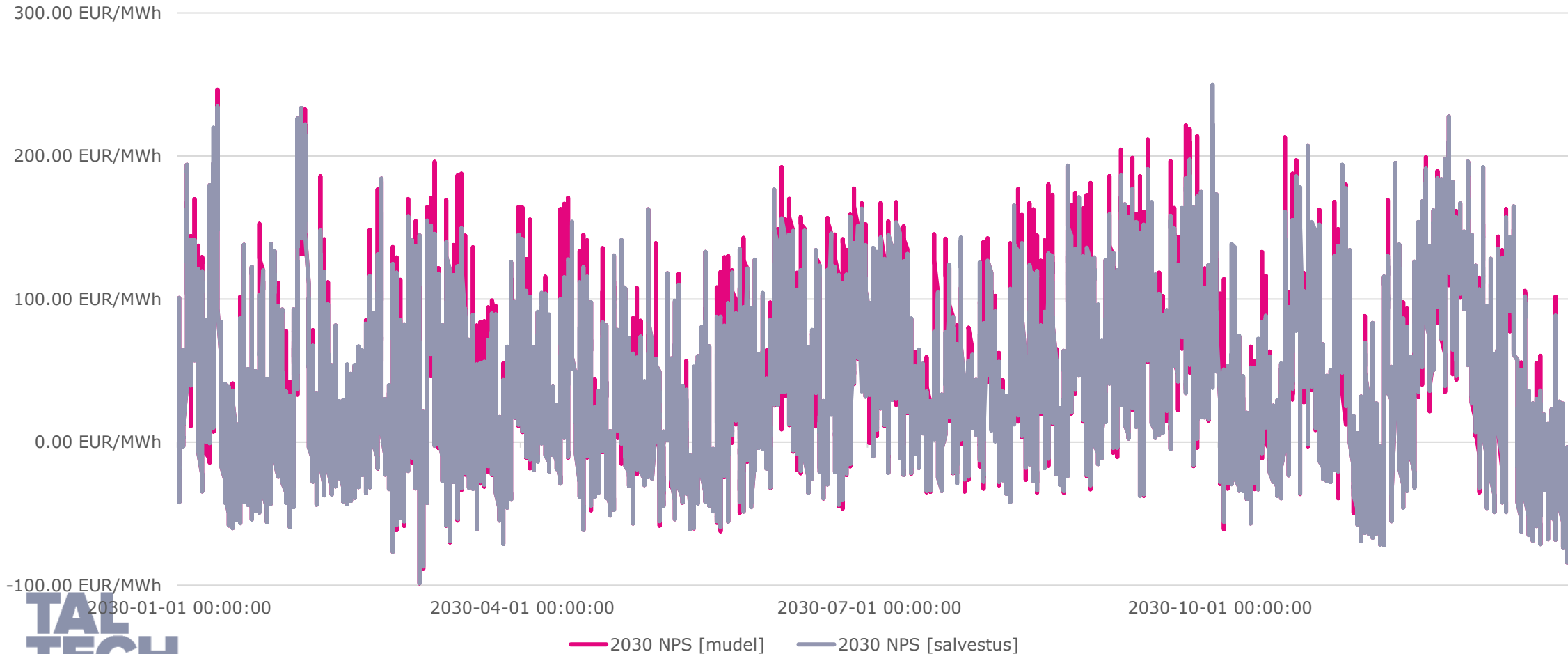
4
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	44.17	-3.27	-6.9%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,931	-55.00	-2.8%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	147,020,728	930,673	0.6%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	56,059,036	1,825,226	3.4%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	203,079,764	2,755,900	1.4%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	478,913,381	-33,513,434	-6.5%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,061,608	-368,042	-1.9%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	497,974,989	-33,881,476	-6.4%

STSENAARIUMANALÜÜS: 500 MW AKUSALVESTUS, NPS

4
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 500 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

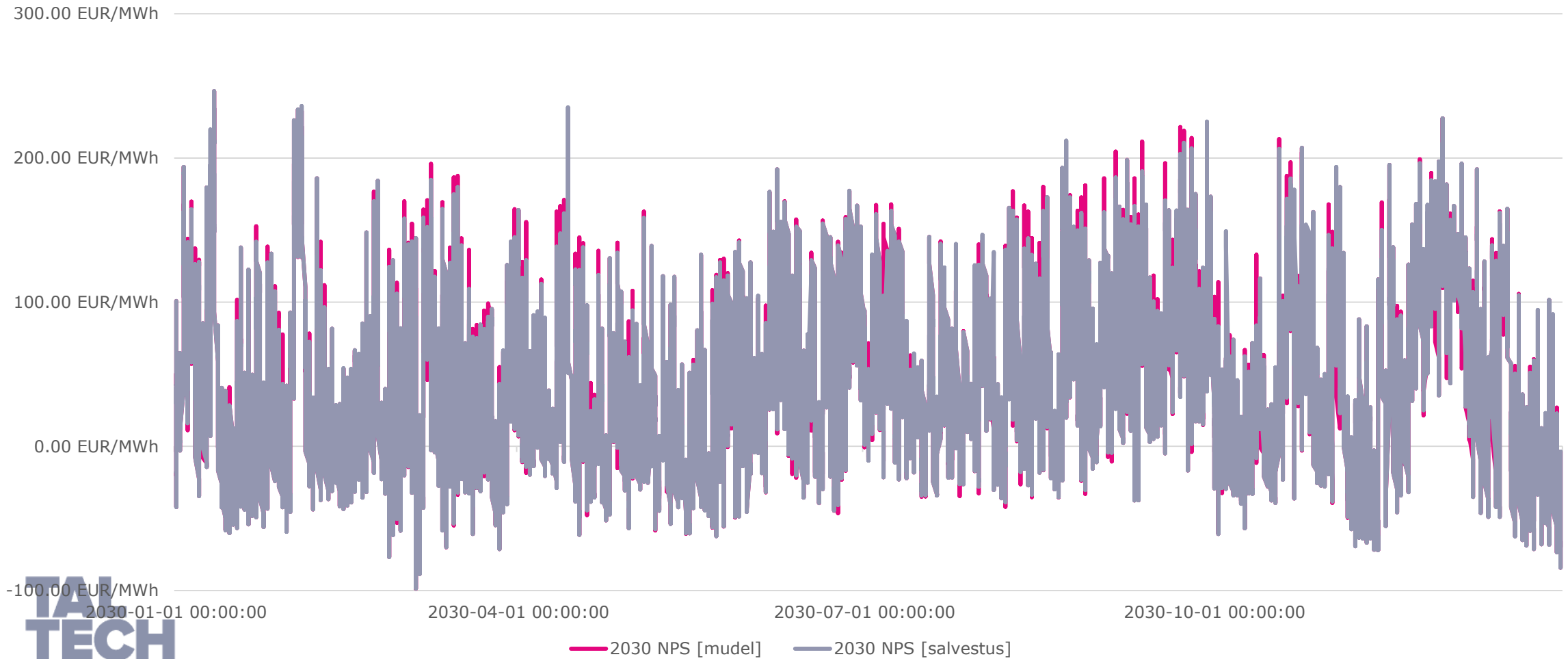
2
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	46.07	-1.37	-2.9%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,945	-41.00	-2.1%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	147,418,691	1,328,637	0.9%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	55,842,590	1,608,780	3.0%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	203,261,282	2,937,417	1.5%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	497,173,650	-15,253,165	-3.0%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,249,783	-179,867	-0.9%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	516,423,433	-15,433,031	-2.9%

STSENAARIUMANALÜÜS: 500 MW AKUSALVESTUS, NPS

2
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 1'000 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, ANDMED

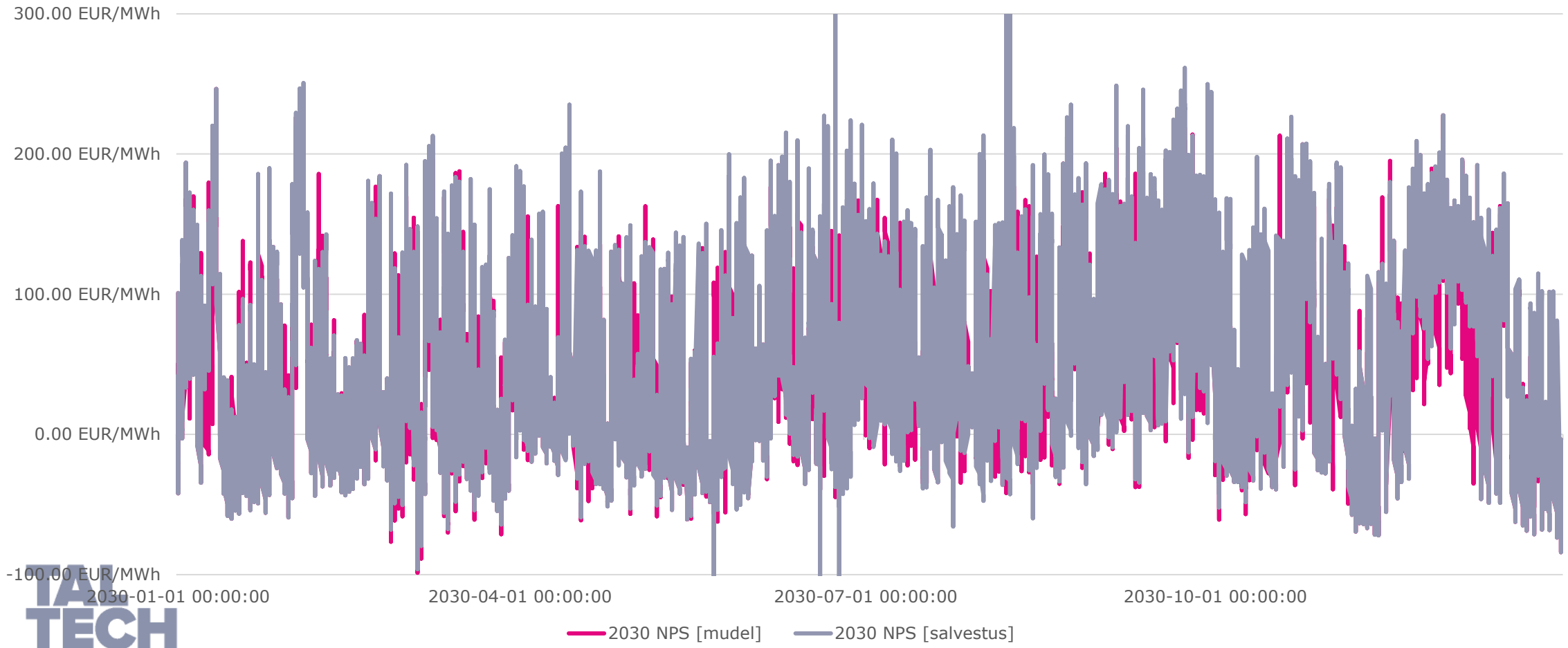
12
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	48.66	1.22	2.6%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,872	-114.00	-5.7%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	188,489,905	42,399,850	29.0%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	80,587,263	26,353,453	48.6%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	269,077,168	68,753,303	34.3%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	519,078,451	6,651,637	1.3%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	18,239,437	-1,190,213	-6.1%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	537,317,888	5,461,424	1.0%

STSENAARIUMANALÜÜS: 1'000 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, NPS

12 tunni aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 1'000 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

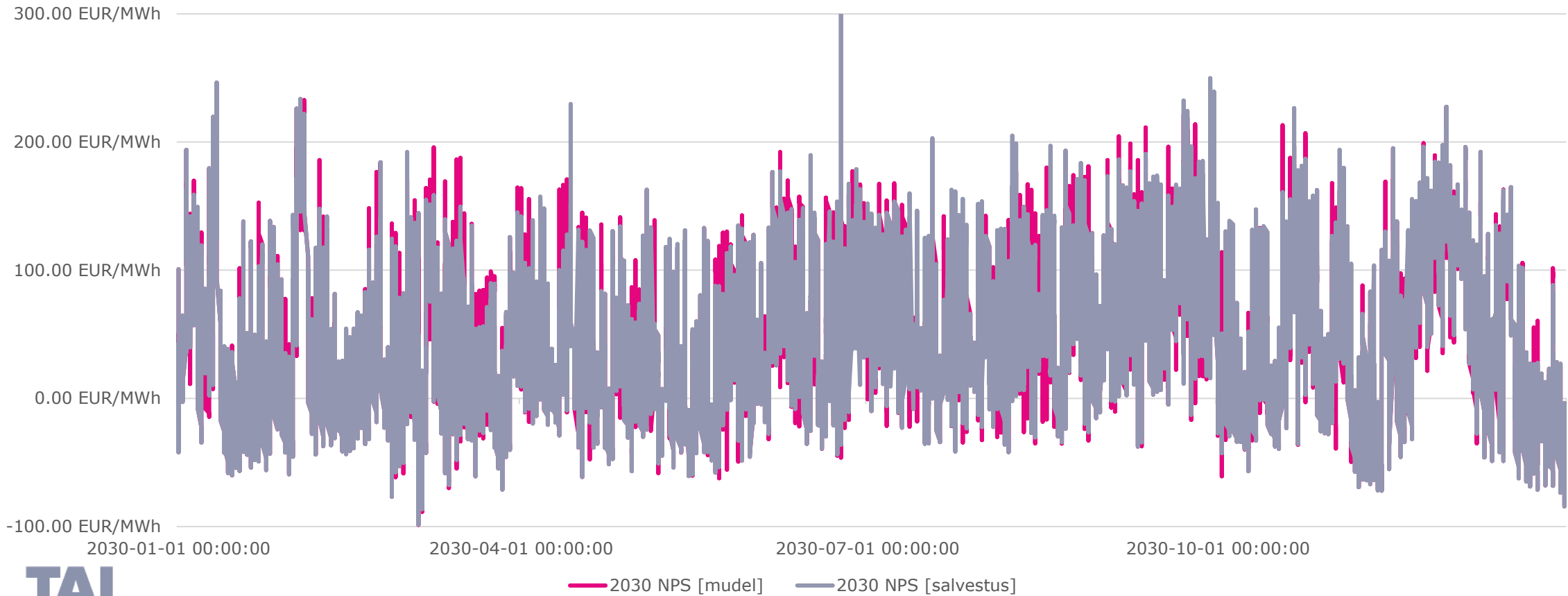
4
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	46.13	-1.31	-2.8%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,872	-114.00	-5.7%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	163,373,520	17,283,465	11.8%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	62,631,797	8,397,987	15.5%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	226,005,317	25,681,452	12.8%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	493,000,255	-19,426,560	-3.8%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,078,697	-350,953	-1.8%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	512,078,952	-19,777,513	-3.7%

STSENAARIUMANALÜÜS: 1'000 MW AKUSALVESTUS, NPS

4
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 1'000 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

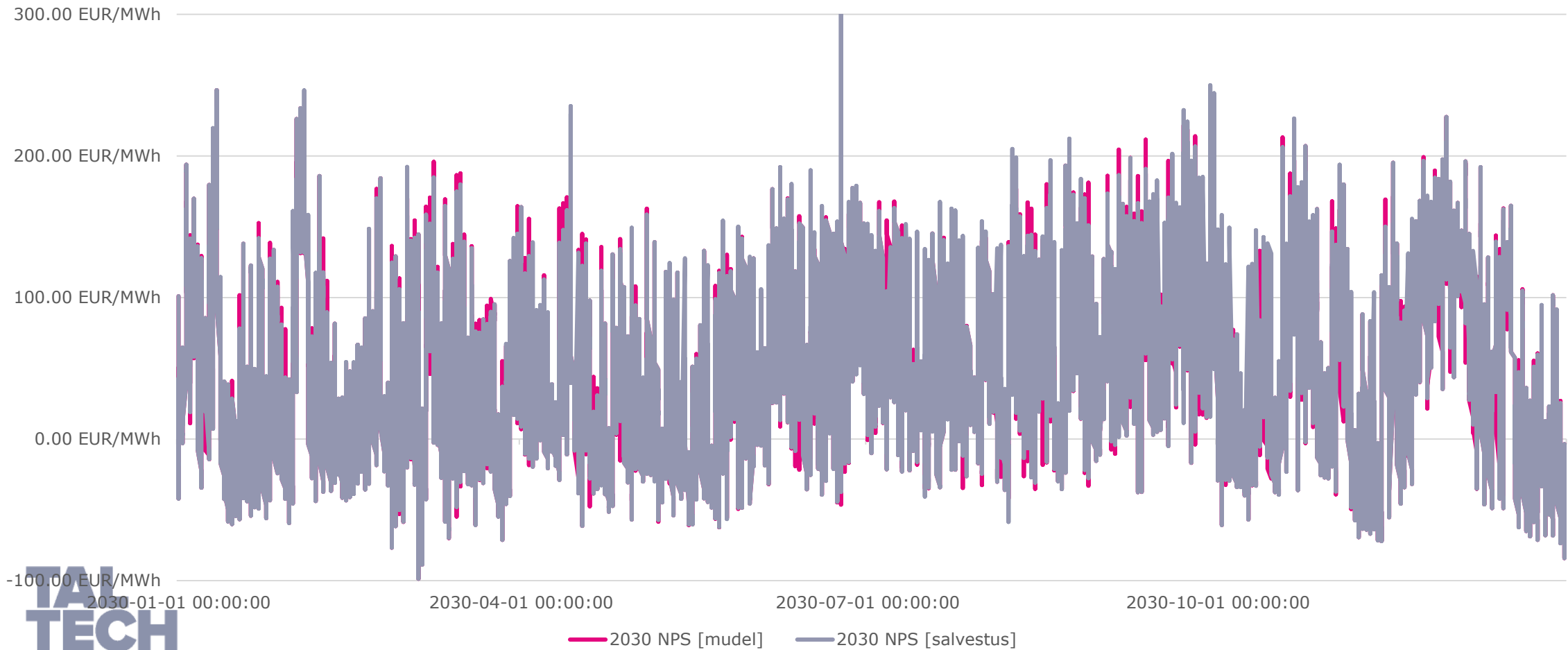
2
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	47.47	0.03	0.1%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,889	-97.00	-4.9%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	157,477,413	11,387,358	7.8%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	60,566,987	6,333,177	11.7%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	218,044,400	17,720,535	8.8%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	507,680,976	-4,745,838	-0.9%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,273,549	-156,101	-0.8%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	526,954,525	-4,901,940	-0.9%

STSENAARIUMANALÜÜS: 1'000 MW AKUSALVESTUS, NPS

2
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 1'500 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, ANDMED

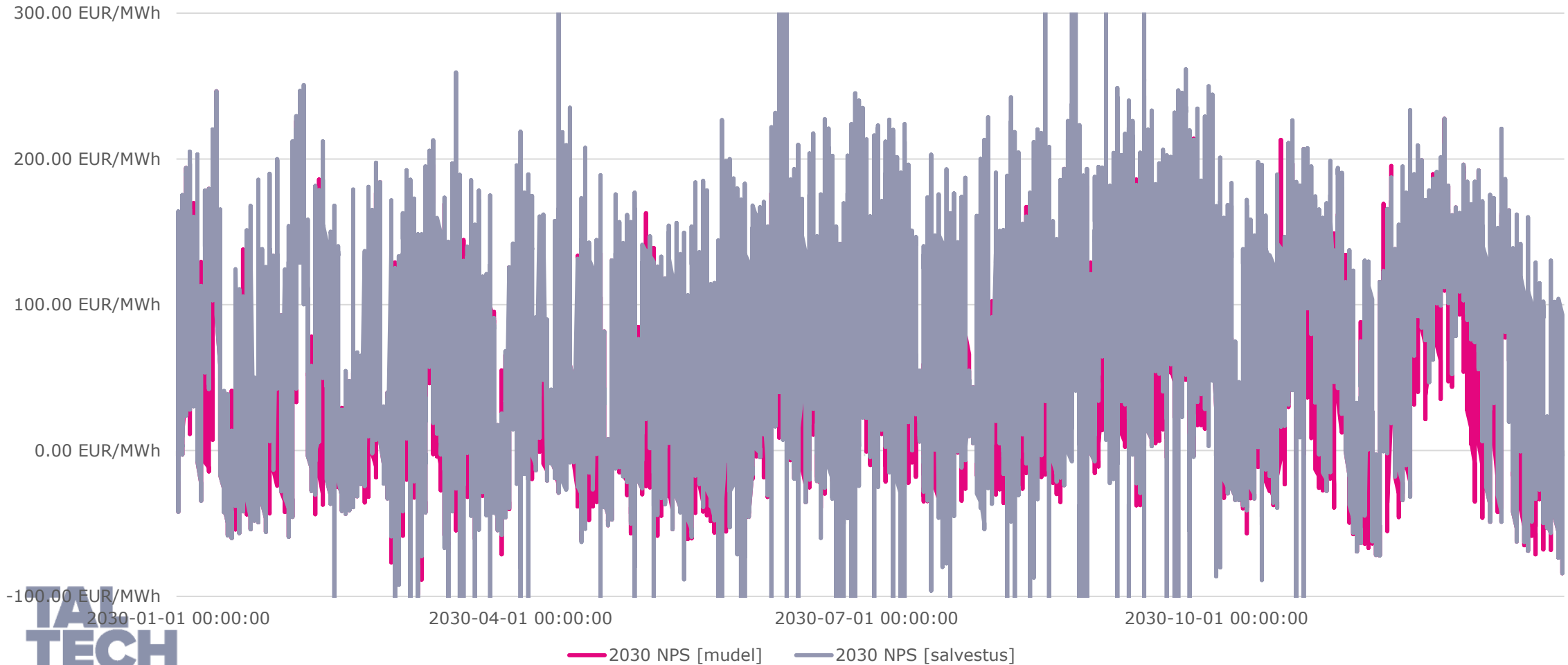
12
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	59.85	12.41	26.2%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,597	-389.00	-19.6%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	288,896,441	142,806,386	97.8%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	97,358,290	43,124,480	79.5%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	386,254,732	185,930,867	92.8%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	623,199,505	110,772,690	21.6%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	18,425,196	-1,004,454	-5.2%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	641,624,701	109,768,237	20.6%

STSENAARIUMANALÜÜS: 1'500 MW PUMPHÜDRO SALVESTUS, NPS

12
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 1'500 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

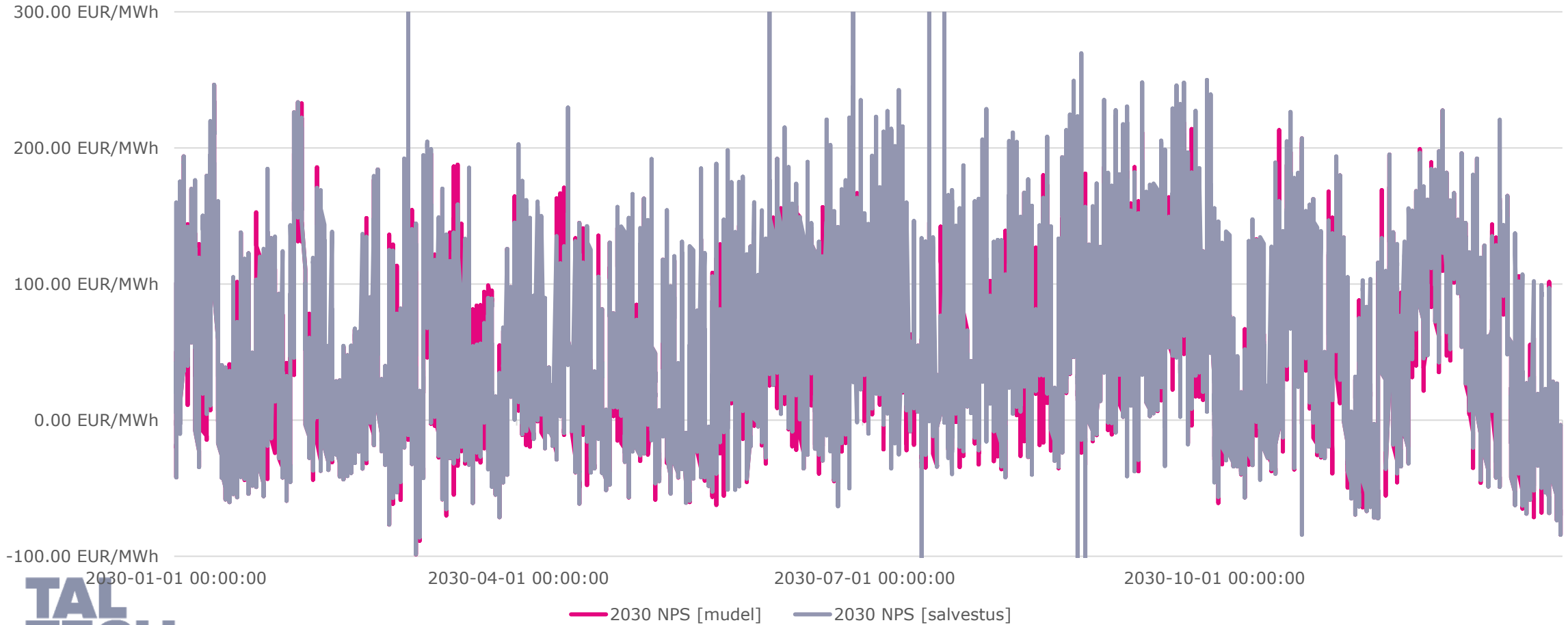
4
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	51.73	4.29	9.0%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,714	-272.00	-13.7%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	200,959,003	54,868,948	37.6%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	86,697,334	32,463,524	59.9%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	287,656,336	87,332,471	43.6%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	543,933,115	31,506,301	6.1%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,363,294	-66,356	-0.3%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	563,296,410	31,439,945	5.9%

STSENAARIUMANALÜÜS: 1'500 MW AKUSALVESTUS, NPS

4
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta



STSENAARIUMANALÜÜS: 1'500 MW AKUSALVESTUS, ANDMED

2
tunni
aku

Vastused uurimisküsimustele				
Päev-ette NPS, keskmine	47.44	50.52	3.08	6.5%
Tundide arv NPS<0	1,986	1,815	-171.00	-8.6%
Tuuleparkide müügitulu	146,090,055	177,176,998	31,086,943	21.3%
Päikeseparkide müügitulu	54,233,810	73,682,662	19,448,852	35.9%
Taastuvtoomise tulu	200,323,865	250,859,660	50,535,795	25.2%
Lõppklientide kogukulu	512,426,814	535,880,430	23,453,615	4.6%
Sagedusteenuste kogukulu	19,429,650	19,419,853	-9,797	-0.1%
Klientide ja süsteemikulud	531,856,464	555,300,283	23,443,818	4.4%

STSENAARIUMANALÜÜS: 1'500 MW AKUSALVESTUS, NPS

2
tunni
aku

2030 elektrienergia hind salvestusega ja ilma salvestuseta

