



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Elektros energijos kaupimo įrenginio pritaikymo sisteminių paslaugų teikimui tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Tautvydas Šikšnys

Projekto autorius

Doc. prakt. Aistija Vaišnorienė

Vadovė

Kaunas, 2025



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Elektros energijos kaupimo įrenginio pritaikymo sisteminių paslaugų teikimui tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Tautvydas Šikšnys

Projekto autorius

Doc. prakt. Aistija Vaišnorienė

Vadovė

Prof. Inga Konstantinavičiūtė

Recenzentė

Kaunas, 2025



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Tautvydas Šikšnys

Elektros energijos kaupimo įrenginio pritaikymo sisteminių paslaugų teikimui tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Tautvydas Šikšnys

Patvirtinta elektroniniu būdu

Šikšnys, Tautvydas. Elektros energijos kaupimo įrenginio pritaikymo sisteminių paslaugų teikimui tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. prakt. dr. Aistija Vaišnorienė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): energijos inžinerija, inžinerijos mokslai

Reikšminiai žodžiai: Energijos kaupimo įrenginiai, dienos prieš rinka, balansavimo energijos rinka, balansavimo pajėgumų rinka, modeliavimas, optimizavimas.

Kaunas, 2025. 95 p.

Santrauka

Šiame darbe analizuojamos baterinių elektros kaupimo sistemų (BEKS) taikymo galimybės elektros rinkose, siekiant įvertinti jų ekonominį potencialą bei techninį pritaikomumą. Literatūros analizė leido nustatyti, kad tarp įvairių technologijų šiuo metu didžiausią praktinį potencialą turi ličio jonų baterijos, kurios geba efektyviai veikti tiek arbitražo, tiek dažnio palaikymo rinkose.

Remiantis Suomijos elektros rinkos duomenimis, sukurtas optimizavimo modelis, leidžiantis BEKS veiklą planuoti atsižvelgiant į techninius apribojimus ir kainų dinamiką. Modelio pagrindu atliktas ekonominis vertinimas atskleidė, kad BEKS gali būti finansiškai patraukli investicija, ypač veikiant lankstesnėse rinkos sąlygose. Tuo pačiu nustatyta, kad kaupimo sistemos pelningumui itin svarbus tinkamas veiklos scenarijų pasirinkimas ir įkrovimo savikaina, kuri daro reikšmingą įtaką sistemos efektyvumui

Šikšnys, Tautvydas. Investigation of Energy Storage Device Application for Provision of System Services. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof pract. dr. Aistija Vaišnorienė; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): energy engineering, engineering sciences

Keywords: Energy storage devices, day-ahead market, balancing energy market, balancing capacity market, modelling, optimisation.

Kaunas, 2025. 95 p.

Summary

This paper analyses the application of battery energy storage systems (BESS) in electricity markets to assess their economic potential and technical applicability. The literature analysis has shown that among the different technologies, lithium-ion batteries currently have the highest practical potential and are able to operate efficiently in both arbitrage and frequency support markets.

Based on data from the Finnish electricity market, an optimisation model has been developed that allows planning the operation of the BESS taking into account technical constraints and price dynamics. An economic evaluation based on the model showed that BESS can be a financially attractive investment, especially in more flexible market conditions. At the same time, it was found that the appropriate choice of operating scenarios and charging costs are crucial for the profitability of a storage system, which has a significant impact on the efficiency of the system.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Energijos kaupimo įrenginių apžvalga.....	13
1.1. Energijos kaupimo įrenginių klasės.....	13
1.1.1. Elektriniai energijos kaupimo įrenginiai	14
1.1.2. Šiluminiai energijos kaupimo įrenginiai	14
1.1.3. Mechaniniai energijos kaupimo įrenginiai	15
1.1.4. Elektrocheminiai energijos kaupimo įrenginiai.....	16
1.1.5. Cheminiai energijos kaupimo įrenginiai	18
1.1.6. Vandenilio kaupimo įrenginiai	18
1.2. Elektros energijos rinkos	20
1.2.1. Ilgalaikės rinkos.....	20
1.2.2. Didmeninės arba neatidėliotinių sandorių rinkos	22
1.2.3. Balansavimo rinka	22
1.2.4. Lietuvos elektros rinka	22
1.2.5. Balansavimo pajėgumų rinka Baltijos šalyse	23
1.3. Pagrindinės EKĮ paslaugos.....	24
1.3.1. Greitas dažnio atsakas (angl. Fast frequency response)	24
1.3.2. Energijos arbitražas	24
2. Problemos formulavimas	26
3. Metodika.....	27
3.1. Tyrimo objektas.....	27
3.2. Optimizacinio modelio struktūra.....	28
3.2.1. Optimizacinio modelio matematinė formuluotė.....	28
3.2.2. Optimizacinio modelio sprendimo kintamieji ir apribojimai	29
3.3. Duomenų šaltiniai.....	30
3.4. Ekonominio vertinimo metodika	31
3.4.1. Grynoji dabartinė vertė.....	31
3.4.2. Vidinė gražos norma.....	32
3.4.3. Energijos gamybos svertiniai kaštai	32
4. Rezultatai.....	34
4.1. Optimizacinio modelio rezultatai	35
4.1.1. Dienos prieš ir energijos rinka.....	35
4.1.2. Dienos prieš ir pajėgumų rinka.....	37
4.2. Ekonominiai skaičiavimai	40
4.2.1. Grynoji dabartinė vertė.....	40
4.2.2. Vidinė gražos norma.....	41
4.2.3. Energijos kaupimo svertiniai kaštai.....	42
Išvados	44
Literatūros sąrašas	45
Priedai.....	48

1 priedas. Detalūs BEKS optimizavimo rezultatai veikiant balansavimo energijos ir dienos prieš rinkose.	48
2 priedas. Detalūs BEKS optimizavimo rezultatai veikiant balansavimo pajėgumą ir dienos prieš rinkose.	72

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Hipotetinė 50MW baterijų energijos kaupimo sistemos techniniai parametrai	28
2 lentelė. optimizacinio modelio sprendimo kintamieji ir apribojimai	30
3 lentelė. Kapitalinių sąnaudų scenarijai BEKS remiantis NREL ataskaita (28)	34
4 lentelė. Pagrindiniai BEKS parametrai naudojami ekonominėje analizėje	35
5 lentelė. BEKS pajamų lentelė (2 scenarijai)	40
6 lentelė. Grynosios dabartinės vertės rezultatai taikant skirtingas diskonto normas.....	41

Paveikslų sąrašas

1 pav. EKĮ paslaugų spektras [13].....	13
2 pav. EKĮ klasės [4]	14
3 pav. Šilumos energijos kaupimo sistemų klasifikavimas [5]	15
4 pav. Mechaninės energijos kaupimo sistemos klasifikacija [5]	15
5 pav. Pasaulyje įdiegtų EKĮ pasiskirstymas pagal EKĮ klases [11]	16
6 pav. Ličio jonų kaupimo įrenginio krovimo procesas [9]	18
7 pav. Prognozuojamas žaliojo vandenilio poreikis Lietuvoje 2023–2050 m. pagrindiniuose sektoriuose, tūkst. tonų [10]	19
8 pav. Vandenilio kaupimo įrenginys [8]	19
9 pav. Elektros rinkų seka Europoje [16]	20
10 pav. Prekybos zonų konfigūracija Europoje [31]	21
11 pav. Prognozuojamas balansavimo paslaugų poreikis 2025m. [14].....	23
12 pav. Aktyvavimo laikai balansavimo paslaugoms [14].....	24
13 pav. Litgrid 1 MW baterijų energijos kaupimo sistema	27
14 pav. BEKS pajamos teikiant pasiūlymus energijos ir dienos prieš rinkose.....	36
15 pav. BEKS mėnesinės pajamos teikiant pasiūlymus energijos ir dienos prieš rinkose	36
16 pav. Detalus BEKS veikimas 2024-09-18 (veikiant energijos ir dienos prieš rinkose)	37
17 pav. BEKS pajamos teikiant pasiūlymus pajėgumų ir dienos prieš rinkose	38
18 pav. BEKS mėnesinės pajamos teikiant pasiūlymus pajėgumų ir dienos prieš rinkose	38
19 pav. Detalus BEKS veikimas 2024-09-18 (veikiant pajėgumų ir dienos prieš rinkose)	39
20 pav. NPV priklausomybė nuo diskonto normos	41
21 pav. Vidinė gražos norma pagal du skirtingus scenarijus	42
22 pav. LCOS priklausomybė nuo įkrovimo kainos	43

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

- AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai;
- aFRR – automatinis dažnio atkūrimo rezervas;
- BEKS – Baterijos energijos kaupimo sistema;
- BMS – Baterijų valdymo sistema;
- CAES – Suspausto oro energijos kaupimo sistema;
- CNESA – Kinijos energijos kaupimo aljansas;
- EES – Elektrinės energijos kaupimo sistemos;
- EKĮ – Energijos kaupimo įrenginiai;
- FES – Smagračio energijos kaupimo sistema;
- GES – Gravitacines elektrines;
- HTES – Aukštos temperatūros energijos kaupimo sistemos;
- IRENA – Tarptautinė atsinaujinančių energijos išteklių agentūros;
- IRR – Vidinė gražos norma;
- LCOE – Energijos gamybos svertiniai kaštai;
- LCOS – Energijos kaupimo svertiniai kaštai;
- LTES – Žemos temperatūros energijos kaupimo sistemos;
- Master – pagrindinis valdiklis;
- mFRR – rankinis dažnio atkūrimo rezervas;
- NPV – Dabartinė grynoji vertė;
- PHES – Mechaninės energijos kaupimo sistemos apima: siurbines hidroelektrines;
- SMES – Superlaidus magnetinės energijos kaupiklis;
- SOC – Įkrovos būseną;
- TES – Šiluminės energijos kaupimo sistemos;

Ivadas

Dėl laipsniškai didėjančios nepastovių atsinaujinančiųjų energijos išteklių (toliau – AEI) integracijos, dar vadinamos energetine transformacija, kyla vis daugiau iššūkių valdant elektros energijos sistemas ir užtikrinant jų stabilumą. Papildomą spaudimą elektros energetikos sistemoms daro ir tokių sektorių kaip transportas ar šildymas elektrifikacija. Siekiant sėkmingai įgyvendinti tolesnį energetinės transformacijos etapą, būtina diegti papildomus tinklo palaikymo komponentus bei kurti atitinkamas rinkas, kurios padėtų užtikrinti efektyvų sistemos balansavimą mažėjant tradicinių elektrinių dalių [1].

Nors svarstoma daugybė lankstumo užtikrinimo priemonių, skirtų energijos pasiūlos ir paklausos balansavimui bei tinklo stabilumo palaikymui, šiuo metu vieni perspektyviausių sprendimų yra energijos kaupimo įrenginiai (toliau – EKĮ). Techniniu požiūriu EKĮ išsiskiria gebėjimu greitai ir efektyviai tiekti didelius energijos kiekius. Be to, pastaruoju metu reikšmingai pagerėjo jų sauga, patikimumas bei eksploatacijos trukmė, o sąnaudos sparčiai mažėja [1].

Remiantis 2019 m. Pasaulio ekonomikos forume pristatytu pranešimu: nuo 2010 m. iki 2018 m. EKĮ paklausa kasmet vidutiniškai augo 30% ir 2018 m. pasiekė 180 GWh ribą. Prognozuojama, kad ateityje rinka ir toliau vidutiniškai augs po 25% per metus bei 2030 m. pasieks 2600 GWh ribą. Šį augimą daugiausiai lemia transporto elektrifikavimas ir EKĮ plėtra elektros tinkluose [7].

Panaši infrastruktūros plėtra numatoma ir Lietuvoje. Pavyzdžiui, 2023 m. keturi „Energy Cells“ baterijų parkai, kurių bendra instaliuota galia siekia 200 MW, pradėjo veikti visu pajėgumu. Pagrindinis šių baterijų tikslas iki 2025 metų pradžios užtikrinti momentinį energijos rezervą Baltijos šalių elektros tinklų sinchronizavimui su kontinentine Europa. Jos bus naudojamos Lietuvai veikiant izoliuotu režimu arba avarijos atveju. Tokiu atveju baterijos ties energiją į tinklą per mažiau nei 1 sekundę ir veiks ne trumpiau nei 30 minučių [30]. Galima, teigti, jog tokio tipo projektai bus svarbūs ir ateityje: remiantis 2024 m. Lietuvos Respublikos energetikos ministerijos pristatyta atnaujinta „Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija“, prognozuojami EKĮ pajėgumų rodikliai beveik dvigubai didės su kiekvienu dešimtmečiu [2]:

- 2030 m. – 1,1 GW;
- 2040 m. – 2 GW;
- 2050 m. – 4 GW.

Darbo tikslas – Sukurti baterijų energijos kaupimo sistemos optimalų valdymo modelį, leidžiantį įvertinti jos ekonominį pelningumą dalyvaujant elektros energijos ir rezervinių paslaugų rinkose, atsižvelgiant į techninius veikimo apribojimus.

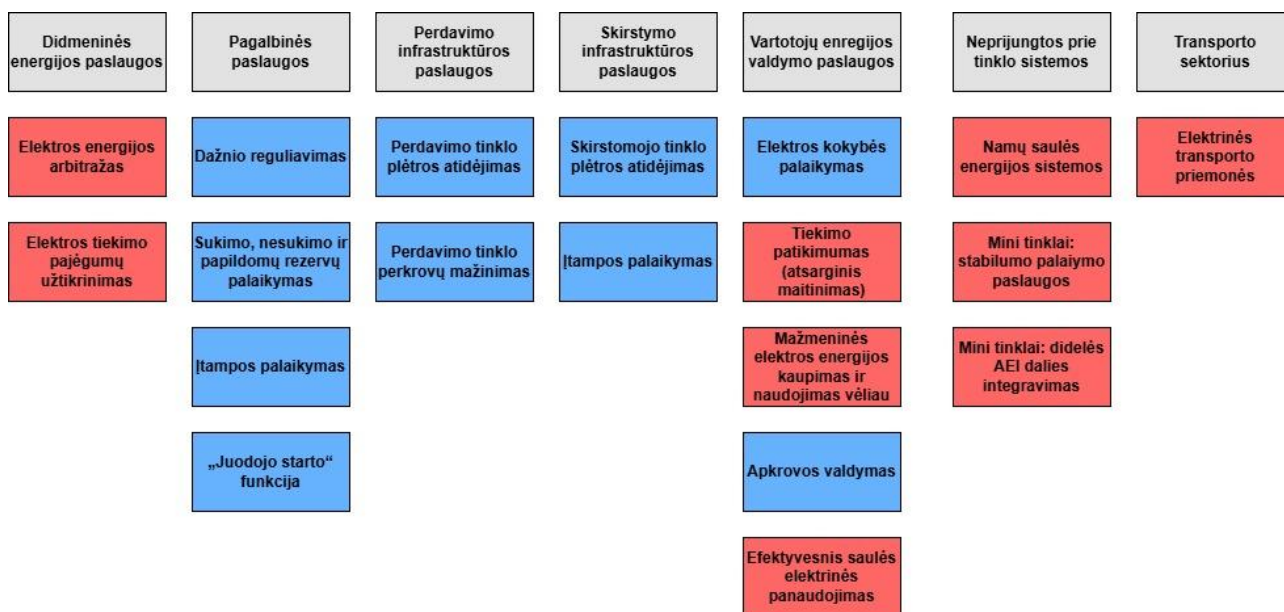
Darbo uždaviniai:

1. Atlikti elektros energijos kaupimo technologijų analizę, įvertinant jų techninius veikimo principus bei nustatyti, kuri technologija šiuo metu – labiausiai pritaikoma energijos arbitražo ir dažnio palaikymo paslaugoms teikti.
2. Išanalizuoti elektros kaupimo įrenginio galimas teikti paslaugas elektros ir rezervų rinkose.

3. Naudojant istorinius elektros kainų duomenis, sukurti optimizavimo modelį, leidžiantį nustatyti optimalų EKĮ prekybos laiką ir kainą rinkoje.
4. Atlikti ekonominį vertinimą, įvertinant EKĮ diegimo ir eksploatavimo sąnaudas bei pelningumą, apskaičiuojant investicinę grąžą ir ekonominę naudą.

1. Energijos kaupimo įrenginių apžvalga

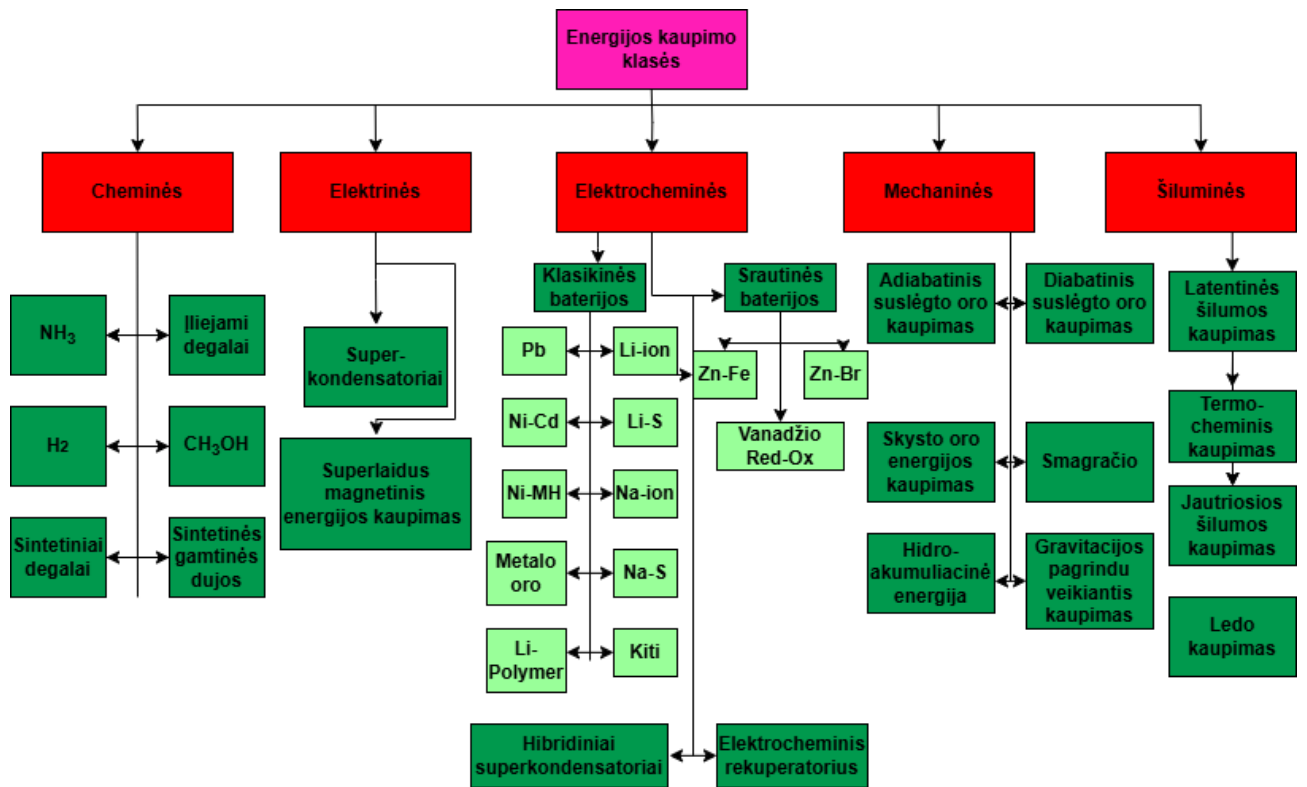
EKĮ – ateities energijos pagrindas, padedantis valdyti visą elektros sistemą ir vartotojų poreikius. Tai sumažina perdavimo tinklo perkrovas bei leidžia nukelti brangius infrastruktūros projektus. Analogiškai ir skirstomuosiuose tinkluose, kurie susiduria su iššūkiais dėl augančios AEI generacijos ir kintančių paklausos modelių. Iš vartotojų pusės strateginis EKĮ valdymas leidžia sumažinti elektros energijos sąskaitas, kuomet rinkoje susidarius didžiausiai paklausai elektros energija parduodama ir pñš. Tarptautinė atsinaujinančių energijos išteklių agentūros (angl. – IRENA) paslaugas, kurias gali teikti EKĮ pristatė 1 pav. [13].



1 pav. EKĮ paslaugų spektras [13]

1.1. Energijos kaupimo įrenginių klasės

Energijos kaupimo įrenginius galima skirstyti pagal kaupimo trukmę, reakcijos laiką ir funkciją. Tačiau, labiausiai paplitęs būdas – klasifikuoti įrenginius pagal saugomos energijos rūšį. [3] Europos energijos saugojimo asociacija pagal galimą sukaupti energijos rūšį išskiria penkias pagrindines EKĮ klases: cheminė, elektrinė, elektrocheminė, mechaninė ir šiluminė kaip tai pavaizduota 2 pav. [4].



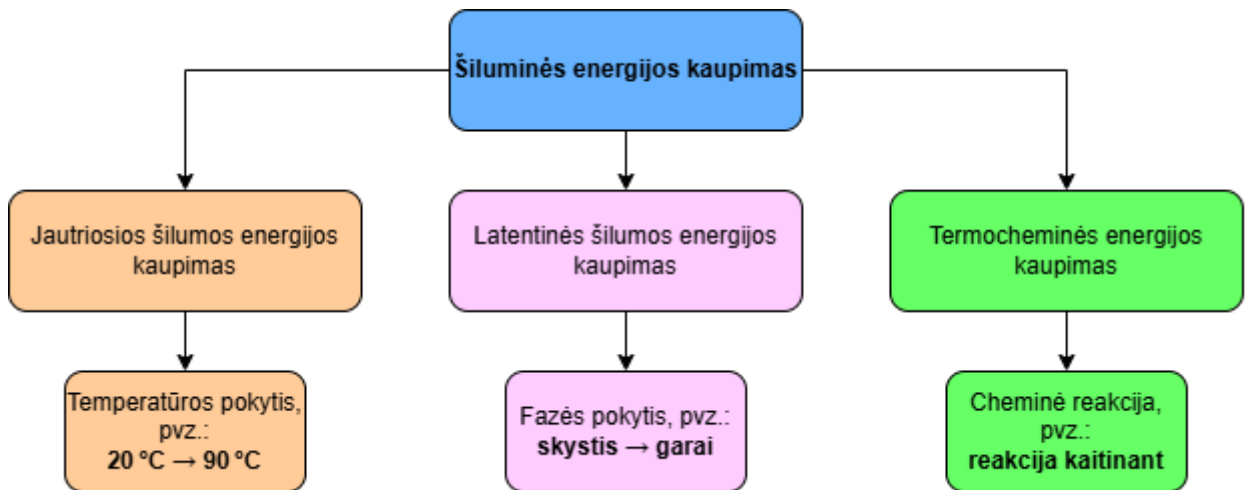
2 pav. EJKI klasės [4]

1.1.1. Elektriniai energijos kaupimo įrenginiai

Elektros energijos kaupimo sistemos (angl. – electrical energy storage) kaupia energiją elektriname lauke be poreikio ją konvertuoti į kitas energijos formas. Įrenginiai skirstomi į du tipus – elektrostatinės energijos kaupimo arba magnetinės energijos kaupimo sistemas. Kondensatoriai ir superkondensatoriai priklauso elektrostatinės energijos kaupimo sistemos tipui. Superlaidus magnetinės energijos kaupiklis (angl. – SMES) priklauso magnetinės energijos kaupimo sistemos tipui [5].

1.1.2. Šiluminiai energijos kaupimo įrenginiai

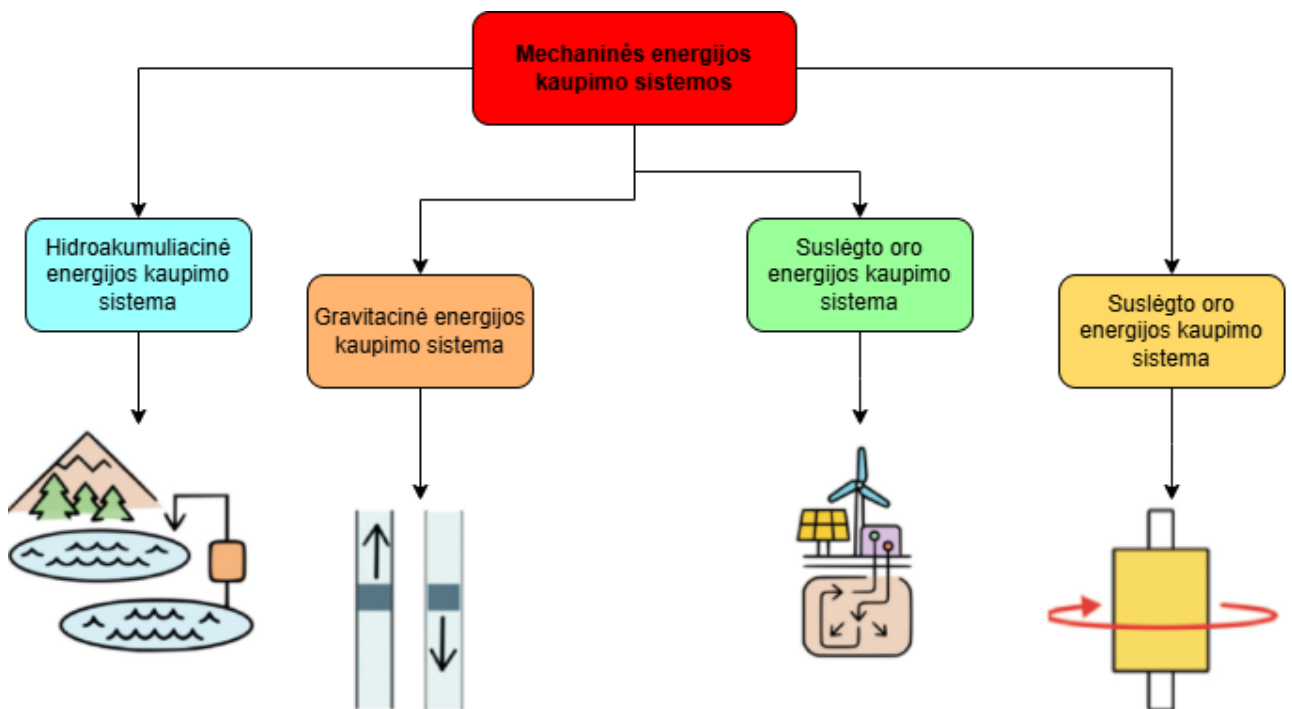
Šiluminės energijos kaupimo sistemos (angl. – TES) – skirtos šilumos energijai kaupti aušinant, šildant, lydant, kondensuojant ar garinant medžiagas. Priklausomai nuo temperatūros, šios medžiagos laikomos izoliuotose talpyklose ir vėliau naudojamos gyvenamosiose patalpose ir pramonėje, pavyzdžiui, patalpoms šildyti ar vėsinti, karštam vandeniui ruošti arba elektrai gaminti. Sistema gali veikti esant žemai arba aukštai temperatūrai ir būti naudojama tokiems tikslams kaip: pramoninis vėsinimas (žemesnėje nei $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje), pastatų vėsinimas ($0 - 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje), pastatų šildymas ($25 - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje) ir pramoninis šilumos kaupimas (Aukštesnėje nei $175\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje). Egzistuoja du pagrindiniai tokių sistemų tipai (pagal temperatūrą): žemos temperatūros energijos kaupimo sistemos (angl. – LTES) ir aukštos temperatūros energijos kaupimo sistemos (angl. – HTES). 3 pav. pavaizduota, kaip šiluminės energijos kaupimo sistemos klasifikuojamos pagal kaupimo mechanizmą į tris rūšis: juntamosios šilumos, latentinės šilumos ir termocheminį [5].



3 pav. Šilumos energijos kaupimo sistemų klasifikavimas [5]

1.1.3. Mechaniniai energijos kaupimo įrenginiai

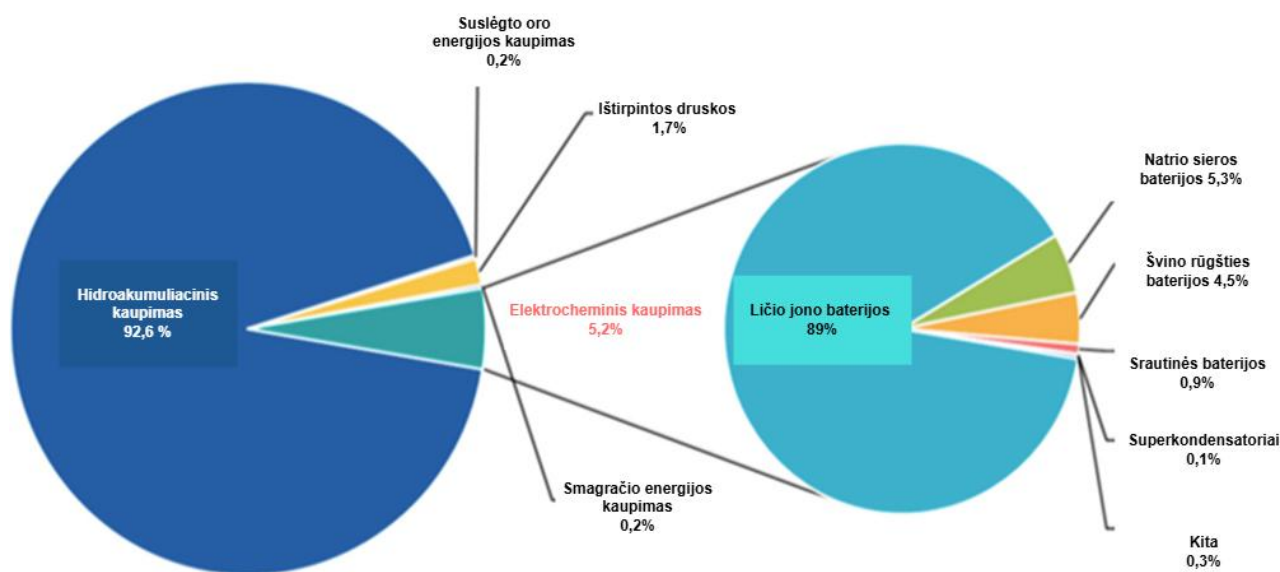
Mechaninėse energijos kaupimo sistemose, energija kaupiama ją paverčiant mechanine ir elektrine formomis. Kai energijos poreikis – mažas (ne piko valandomis), tai elektros energija naudojama mechaninei energijai kaupti, pvz., pumpuojant vandenį į viršutinį baseiną siurblinėje hidroelektrinėje arba suspaudžiant orą suslėgto oro energijos saugykloje. Kai energijos poreikis didelis (Piko valandomis), sukaupta mechaninė energija vėl paverčiame elektros energija. Kaip pavaizduota 4 pav. mechaninės energijos kaupimo sistemos apima: siurbines hidroelektrines (angl. – PHES), gravitacines elektrines (angl. – GES), suspausto oro (angl. – CAES) ir smagračio (angl. – FES) energijos kaupimo sistemas. Pagrindinis mechaninės energijos kaupimo sistemos pranašumas lyginant su kitomis – gebėjimas greitai konvertuoti ir išleisti sukauptą mechaninę energiją [5].



4 pav. Mechaninės energijos kaupimo sistemos klasifikacija [5]

1.1.4. Elektrocheminiai energijos kaupimo įrenginiai

Pasaulyje eksponentiškai didėja EKĮ pajėgumai, pavyzdžiui, remiantis Kinijos energijos kaupimo aljanso (angl. – CNESA) duomenų bazės 2020 m. 1 ketvirčio statistiniais duomenimis: Iki 2020 m. kovo mėn. pabaigos pasaulyje veikiančių energijos kaupimo įrenginių pajėgumai sudarė 184,7 GW (1,9% daugiau nei 2019 m.). Pagal kaupimo įrenginių rūšį siurblinė hidroakumuliacinė saugykla sudarė didžiausią dalį – 92,6% (171,03GW) visų įdiegtų EKĮ pajėgumų. Antroje vietoje – elektrocheminiai energijos kaupimo įrenginiai – 5,2% (9,6GW), iš kurių didžiausią įrengtąją galią sudarė ličio jonų kaupimo įrenginiai – 89% (8,5GW). Grafinis atvaizdavimas pateikiamas 5 pav. [11].



5 pav. Pasaulyje įdiegtų EKĮ pasiskirstymas pagal EKĮ klases [11]

Baterijos energijos kaupimo sistema (Toliau – BEKS) – elektrocheminis įrenginys, kuris kaupia elektros energiją ją vartodamas iš elektros tinklo arba tiesiogiai elektrinės, bei vėlesniame etape ją gražindamas atgal į tinklą. Pagrindiniai BEKS sudarantys komponentai – baterijos (akumulatoriai), nuolatinės ir kintamosios srovės keitikliai, baterijų valdymo sistema (angl. – BMS), pagrindinis valdiklis (angl. – Master) ir apsaugų bei relijų sistema. Papildomi komponentai gali būti: šilumos valdymo sistema, harmonikų filtrai, nuolatinės srovės keitikliai, pagalbinių paslaugų maitinimo plokštės, ryšių sistemos (pvz. SCADA) ir kiti elementai, atsižvelgiant į konkretaus projekto reikalavimus. Jeigu BEKS prijungiamas prie elektros tinklo tokiu atveju reikalingas galios transformatorius, kuris leistų paaukštinti sistemos generuojamą įtampą iki perdavimo/skirstymo tinklo lygio [12].

Trumpai paaiškinamos pagrindinės BEKS komponentų funkcijos [12]:

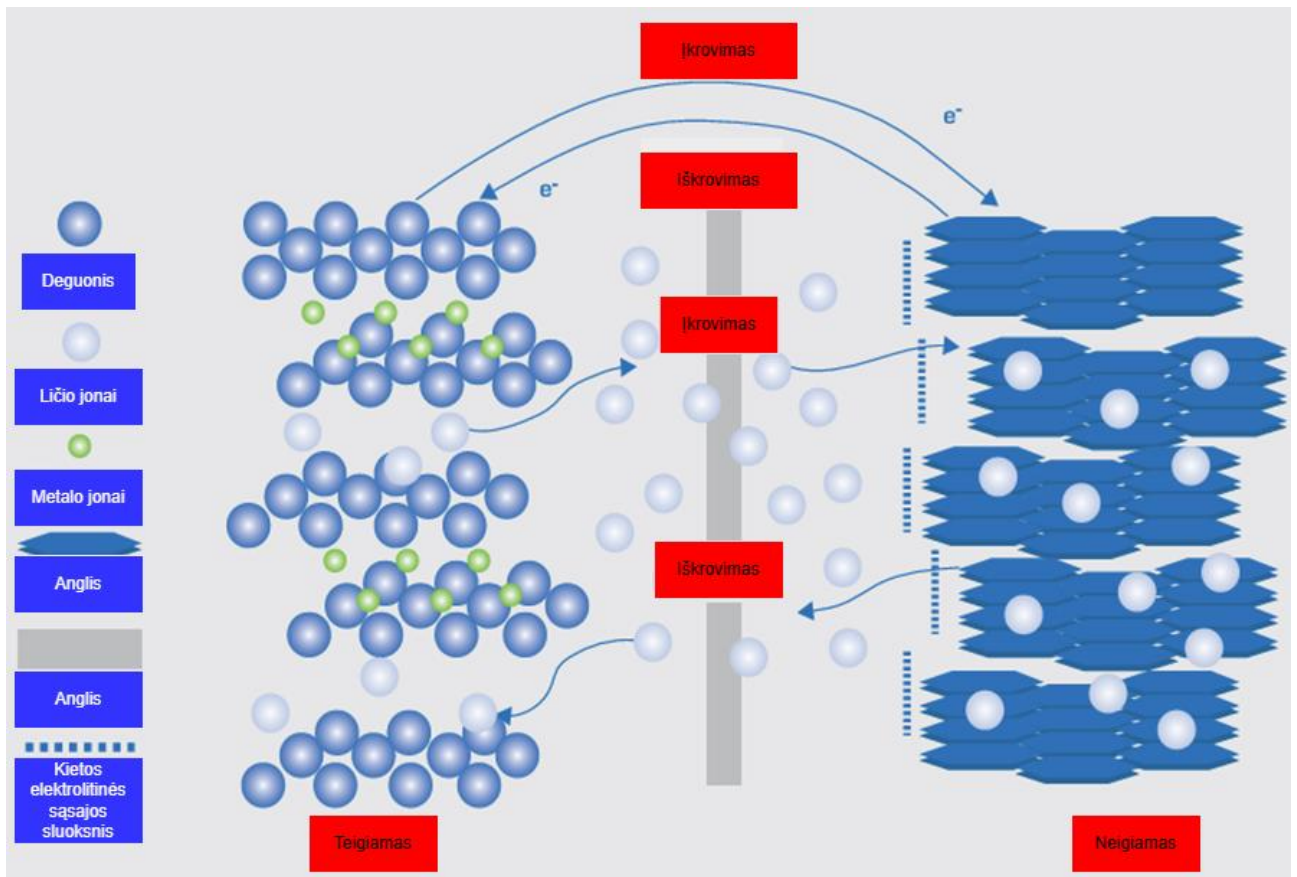
- **Baterijos** – svarbiausia ir įprastai brangiausia BEKS sudedamoji dalis, kurią sudaro nuosekliai ir lygiagrečiai sujungti elementai (celės). Jungiant elementus nuosekliai, padidėja bendra įtampa (sudedant kiekvienos celės įtampą) ir taip sukuriama nuolatinė ir stabili įtampa,

kuri – reikalinga efektyviam BEKS veikimui. Galutinis įtampos lygis parenkamas siekiant sumažinti ominių nuostolius (Didinant įtampą ir mažinant srovę) ir užtikrinant saugumą – neviršijant nustatytų didžiausių leistinų lygių.

- **Nuolatinės ir kintamosios srovės keitiklis** – konvertuoja nuolatinę srovę (DC) į kintamąją srovę (AC), kad BEKS galėtų sąveikauti su elektros tinklu ar kitomis AC sistemomis.
- **Baterijų valdymo sistema** – atsakinga už BEKS veikimo stebėjimą (kontrolę), saugos užtikrinimą ir našumo optimizavimą valdant tokius parametrus kaip srovė, įtampa ir temperatūra.
- **Valdiklis** – Tai vienas kertinių komponentų, kuris užtikrina tinkamą BEKS veikimą. Jis turi keletą funkcijų, pavyzdžiui: signalų siuntimas į keitiklį leidžiantis valdyti aktyvios ir reaktyvios galios srautus iš įrenginio ir į jį.
- **Apsaugos sistema** – Tai apima saugos jungiklius, matavimo transformatorius ir relės, kurie turi užtikrinti tinkamą reakciją įvykus gedimui. Įprastai jungikliai būna ir nuolatinės, ir kintamosios srovės keitiklio pusėje. Relės naudojamas transformatorių matavimus stebi srovės, įtampas ir kampus šynose. Remdamosi šiomis vertėmis jos nustato ar sistemoje yra gedimas. Aptikusios gedimą, jos siunčia signalą jungikliams arba saugikliams atidaryti.

1.1.4.1. Ličio jonų kaupimo įrenginio veikimo principas

Ličio jonų kaupimo įrenginio sistema – tai energijos kaupimo sistema, pagrįsta elektrocheminėmis įkrovos ir iškrovos reakcijomis, vykstančiomis tarp teigiamo elektrodo (katodo), kuriame yra ličio metalo oksido, ir neigiamo elektrodo (anodo), kuris pagamintas iš anglies medžiagos arba interkaliacijos junginių. Elektrodai – atskirti poringomis polimerinėmis medžiagomis, kurios leidžia elektronams ir jonams tekėti tarpusavyje. Šie elektrodai taip pat panardinami į elektrolitą, sudarytą iš ličio druskų, tokių kaip LiPF₆, ištirpusių organiniuose skysčiuose. Kai kaupimo įrenginys – įkraunamas: ličio atomai katode tampa jonais ir migruoja elektrolitu link anglies anodo, kur jie susijungia su išoriniais elektronais ir nusėda tarp anglies sluoksnių kaip ličio atomai. Kai kaupimo įrenginys – iškraunamas šis procesas vyksta atvirkščiai kaip tai pavaizduota 6 pav. [9].



6 pav. Ličio jonų kaupimo įrenginio krovimo procesas [9]

1.1.5. Cheminiai energijos kaupimo įrenginiai

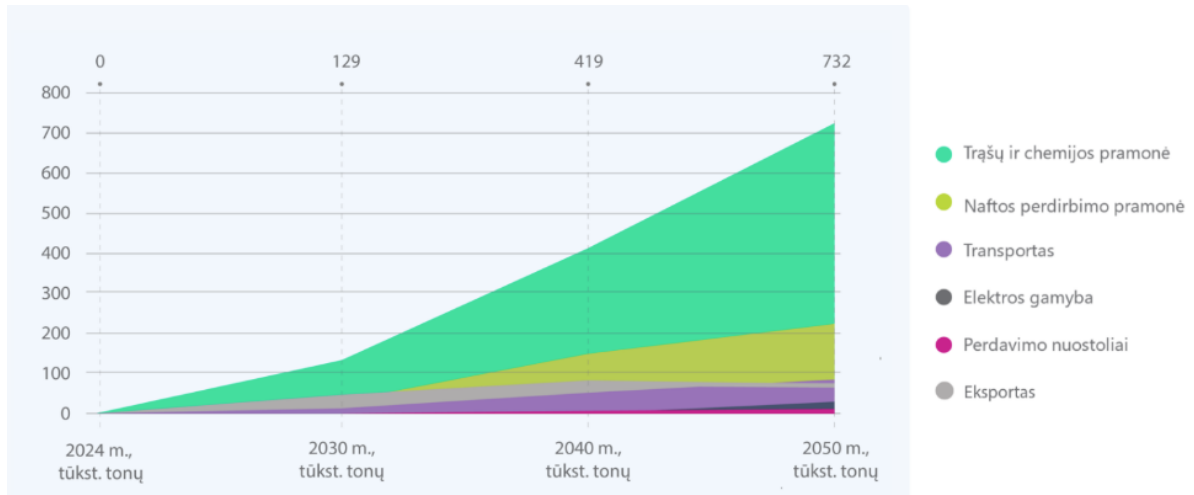
Cheminiai energijos kaupimo įrenginiai kaupia energiją cheminiame kure, kurį vėliau galima lengvai paversti mechanine, šilumine arba elektros energija, naudojama pramonėje ir elektros tinkluose. Energijai kaupti naudojamas įvairių rūšių cheminis kuras, iš kurių metanolis, amoniakas ir metanas – plačiai paplitęs dėl palankiai susiklosčiusios infrastruktūros ir lengvo saugojimo. Tačiau, vandenilis yra, itin, perspektyvus dėl mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančių gamybos metodų ir plataus pritaikymo spektro [19].

1.1.6. Vandenilio kaupimo įrenginiai

- *Vandenilio poreikis*

Lietuvos Respublikos energetikos ministerija 2024-04-24 paskelbė vandenilio plėtros Lietuvoje gaires. Prognozuojama, kad 2050m. žaliojo vandenilio poreikis Lietuvoje turėtų išaugti iki 688 000 (žiūrėti 7 pav.) tonų, 44 000 tonų žaliojo vandenilio galėtų būti eksportuojama, o įrengtosios

elektrolizės pajėgumai turėtų pasiekti 8,5 GW [10].



7 pav. Prognozuojamas žaliąjo vandenilio poreikis Lietuvoje 2023–2050 m. pagrindiniuose sektoriuose, tūkst. tonų [10]

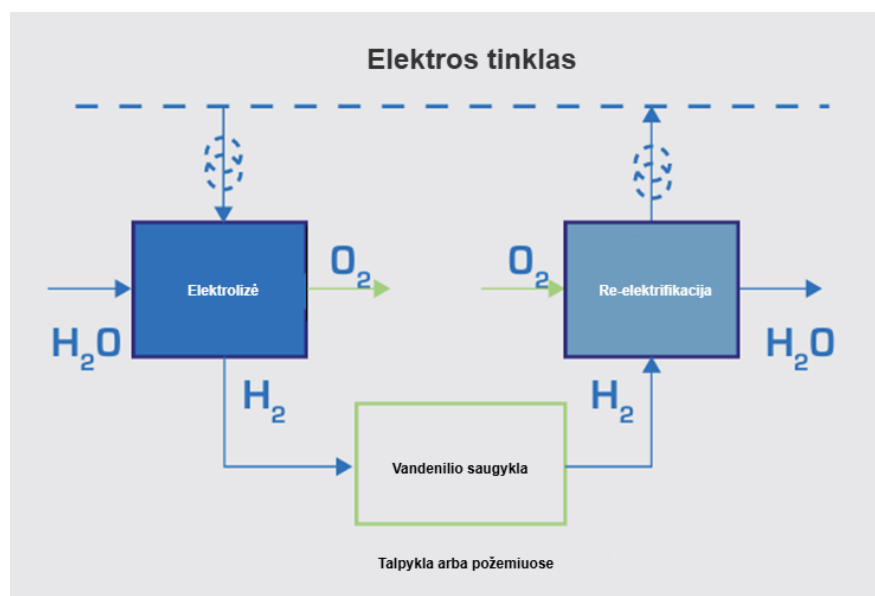
- **Vandenilio kaupimo įrenginio veikimo principas**

Elektrolizė yra gerai žinomas ir veiksmingiausias vandens skaidymo metodas. Ši reakcija yra endotermiškė, todėl būtina naudoti elektros energiją. Elektrolizorių sudaro katodas ir anodas, panardinti į elektrolitą. Įjungus elektros srovę prasideda procesas, kuris suskaldo vandenį į du cheminius elementus: katodo pusėje susidaro vandenilis, o anodo – deguonis. Šią reakciją galima aprašyti tokia chemine lygtimi [6]:



Pagal elektrolito tipą, elektrolizeriai – skirstomi į: šarminius, protonų mainų membranos ir kieto oksido.

Vandenilio kaupimo įrenginio grafinis atvaizdavimas pateikiamas 8 pav.



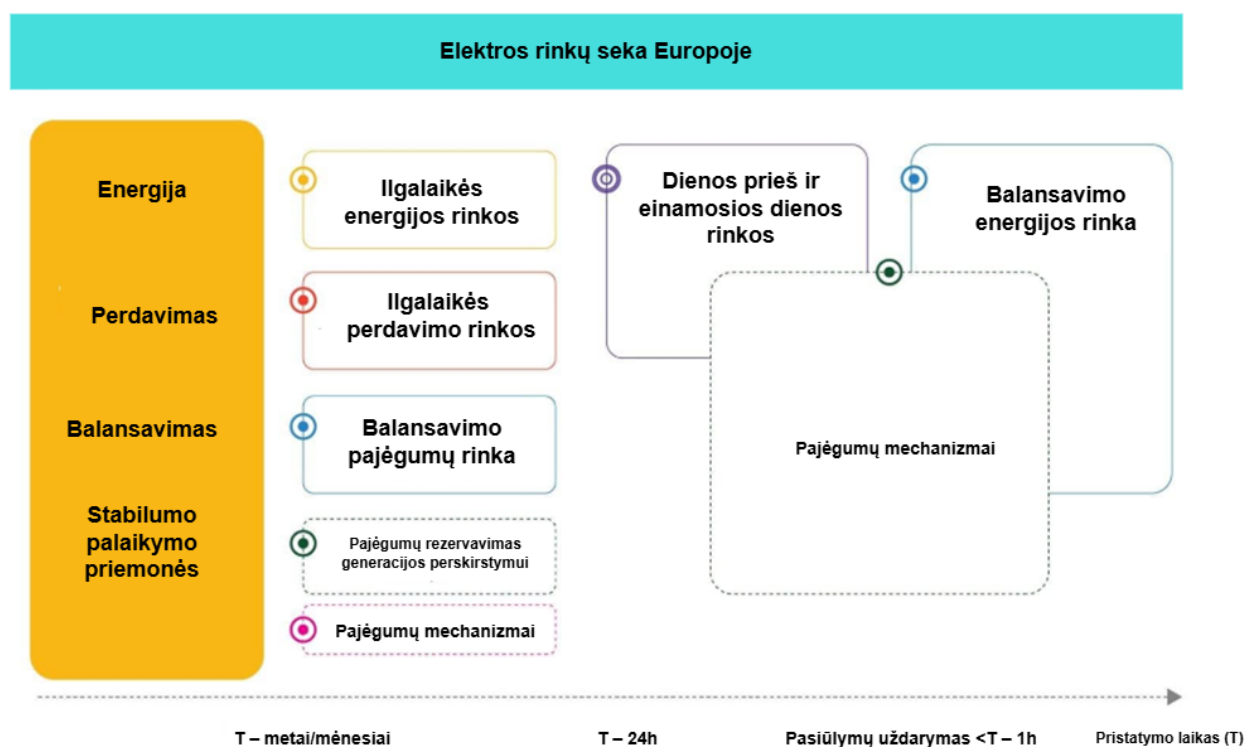
8 pav. Vandenilio kaupimo įrenginys [8]

Sukauptas vandenilis – naudojamas elektrai gaminti, o tai įgyvendinti galima dviem būdais [8]:

1. **Kuro elementai:** Kuro elementuose vandenilis gali būti sujungtas su deguonimi ir taip gaminama elektros energija, o kaip šalutinis produktas – šiluma ir vanduo.
2. **Dujų turbinose arba varikliuose:** Vandenilį galima deginti dujų turbinose arba varikliuose ir taip tiesiogiai gaminti elektros energiją.

1.2. Elektros energijos rinkos

Europos elektros energijos rinkos veikia seka, kuri prasideda metais prieš energijos tiekimą ir tęsiasi iki realaus laiko. Dėl Europos Sąjungos institucijų priimtų reglamentų dauguma šalių dabar laikosi panašios šių rinkų struktūros. Kai kurios iš jų perėjo nuo nacionalinių rinkų prie Europos rinkų, o kitos liko veikti nacionalinėse arba regioninėse rinkose. 9 pav. pavaizduota kaip elektros energijos rinkos gali būti išskaidytos [16].

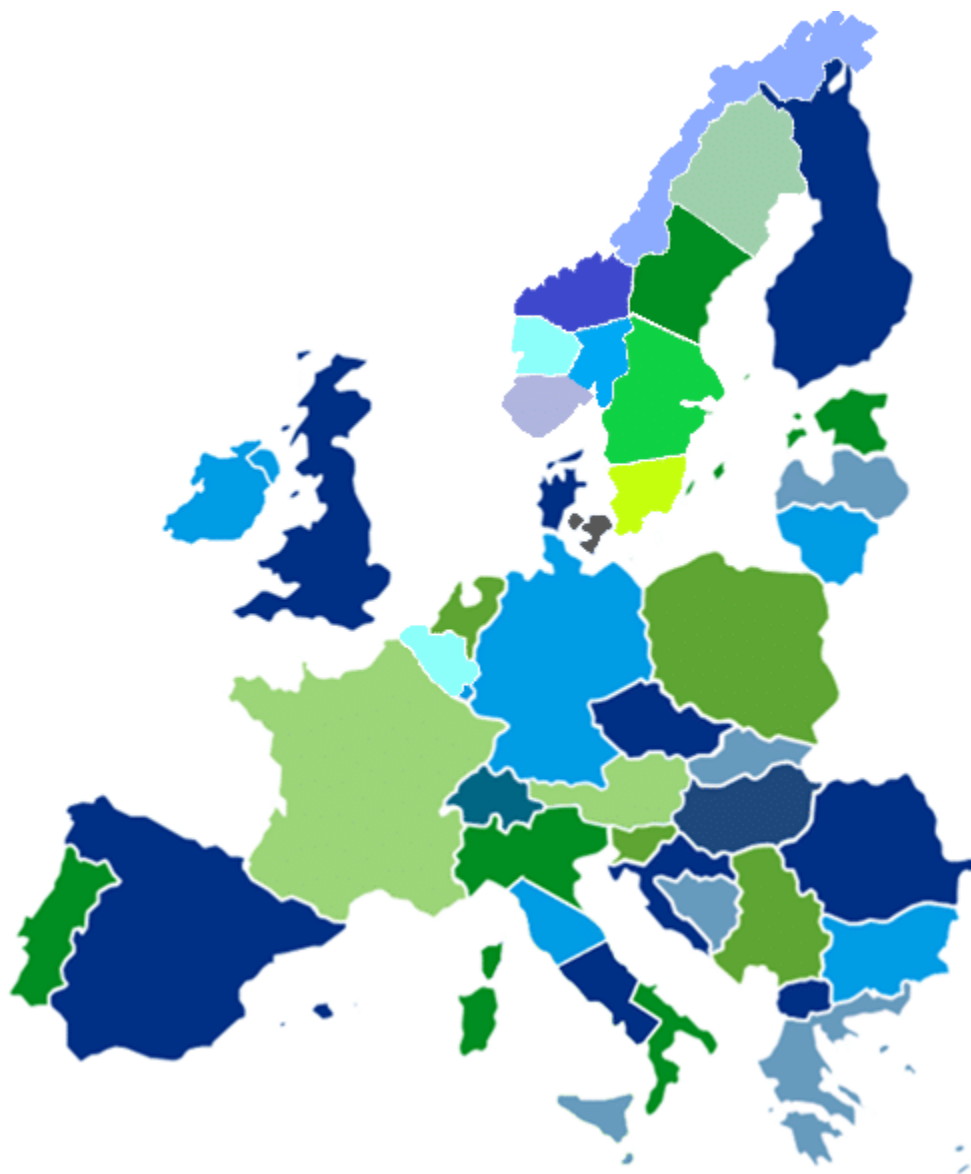


9 pav. Elektros rinkų seka Europoje [16]

1.2.1. Ilgalaikės rinkos

Išankstinių sandorių energijos rinkos veikia nuo maždaug ketverių metų iki vieno mėnesio iki energijos tiekimu. Prekyba organizuojama per finansų biržas, kuriose naudojami standartizuoti produktai, arba sudarant tiesioginius dvišalius susitarimus, vadinamuosius nebiržinius sandorius. Energijos kainos šiose rinkose nustatomos konkrečioms prekybos zonoms (angl. bidding zone), kurios paprastai sutampa su valstybių sienomis. Kiekviena prekybos zona traktuojama kaip viena neribota prekybos elektra zona, dažnai vadinama „varine plokštele“ (angl. copper plate) [31].

10 pav. pavaizduota dabartinė prekybos zonų konfigūracija Europoje. Žemėlapyje pavaizduotos skirtingos Europos elektros prekybos zonos. Kiekviena spalva žymi atskirą prekybos zoną, kurioje elektros energijos kaina nustatoma rinkos principais, remiantis pasiūlos ir paklausos santykiu. Kai kurios šalys, kaip pvz. Vokietija ir Austrija, sudaro vieną bendrą prekybos zoną, tuo tarpu kitos – kaip Švedija ar Italija – yra suskirstytos į kelias atskiras zonas. Žemėlapis padeda vizualizuoti rinkos fragmentaciją ir geografinį kainų skirtumų potencialą Europos elektros rinkoje. Spalvų skirtumai nėra susiję su kainomis ar vartojimu, o tik išskiria atskiras rinkos zonas.



10 pav. Prekybos zonų konfigūracija Europoje [31]

Rinkos dalyviai norėdami apsidrausti nuo kainų tarp skirtingų prekybos zonų, turi atskirai įsigyti ilgalaikes tarpzonines perdavimo teises (angl. long-term cross-zonal transmission rights). Šios teisės įgyjamos per Jungtinį paskirstymo biurą (JAO) – paslaugų platformą, kurią valdo perdavimo sistemos operatoriai. Išankstinio pajėgumų paskirstymo gairėse (angl. Forward Capacity Allocation Guideline, FCA GL) nustatytos šių tarpzoninių perdavimo teisių paskirstymo ir apskaičiavimo taisyklės [31].

1.2.2. Didmeninės arba neatidėliotinių sandorių rinkos

Rinkos dalyviai neprivalo pirkti ar parduoti energijos neatidėliotinių sandorių rinkoje (angl. spot market). Priešingai, neatidėliotinių sandorių rinkos dažnai naudojamos ilgalaikėms energijos pozicijoms tikslinti artėjant pristatymo datai. Nors didmeninėse rinkose parduodamos energijos kiekis kartais sudaro tik nedidelę dalį visos pagamintos elektros energijos, šiose rinkose nustatytos kainos naudojamos kaip ilgalaikių sutarčių orientyrai. Dienos prieš rinka veikia kaip vienas visos Europos aukcionas vidurdienį, apimantis kitos dienos 24 valandas. Už priimtus pasiūlymus mokama pagal ribinį pasiūlymą. Prekybą valdo viena ar kelios elektros energijos biržos kiekvienoje valstybėje narėje. Pasibaigus dienos prieš rinkai, prasideda dienos eigos rinka. Dienos eigos rinka įvairiose šalyse vykdoma skirtingai – kai kuriose šalyse naudojama nuolatinė prekyba (panašiai kaip vertybinių popierių biržoje), o kitose - aukcionai. Europoje įdiegtas naujas dienos eigos modelis, pagal kurį derinama nepertraukiama prekyba su trimis visoje Europoje nustatytu laiku rengiamais aukcionais [31].

1.2.3. Balansavimo rinka

Pasibaigus prekybai dienos eigos rinkoje, balansavimo mechanizmai užtikrina, kad elektros energijos pasiūla atitiktų paklausą realiuoju laiku. Kiekvienas perdavimo sistemos operatorius yra atsakingas už balanso palaikymą savo kontroliuojamoje teritorijoje. Siekdami šio tikslo, PSO valdo balansavimo rinkas, kad užsitikrintų sistemos balansavimui reikalingus išteklius. Balansavimo rinkos skirstomos į dvi rūšis: [31]

1. Balansavimo pajėgumų rinkos:

Šios rinkos užtikrina, kad prireikus būtų pakankamai balansavimo išteklių. Su balansavimo paslaugų teikėjais (angl. Balancing Service Providers) sutartys sudaromos iš anksto – nuo vienerių metų iki vienos dienos iki tiekimo. Už pasirengimą tiekti balansavimo energiją, kai jos prireikia, jie gauna mokėjimus už prieinamumą [31].

2. Balansavimo energijos rinkos:

Balansavimo paslaugų teikėjai (tiek tie, su kuriais sudarytos sutartys pajėgumų rinkoje, tiek kiti) siūlo balansavimo energiją realiuoju laiku. Aktyvuojamos energijos kiekis priklauso nuo faktinio pasiūlos ir paklausos disbalanso tuo metu [31].

1.2.4. Lietuvos elektros rinka

Lietuvos elektros birža yra visiškai integruota į Šiaurės Europos šalių elektros biržą ir veikia vadovaujantis tokiais pačiais principais, kokiais vadovaujasi ir kitos regiono šalys. Elektros biržoje vyksta tarptautinė prekyba, kuri yra išankstinė: visi elektros energijos tiekimo sandoriai sudaromi prieš vartojimo momentą – rinkos dalyviai gali rinktis iš dviejų prekybos biržoje būdų: „**dienos prieš**“ ir „**dienos eigos**“ prekybą. Prekyba biržoje vyksta atskirai kiekvienai ateinančio laikotarpio valandai (valandinė prekyba) [32].

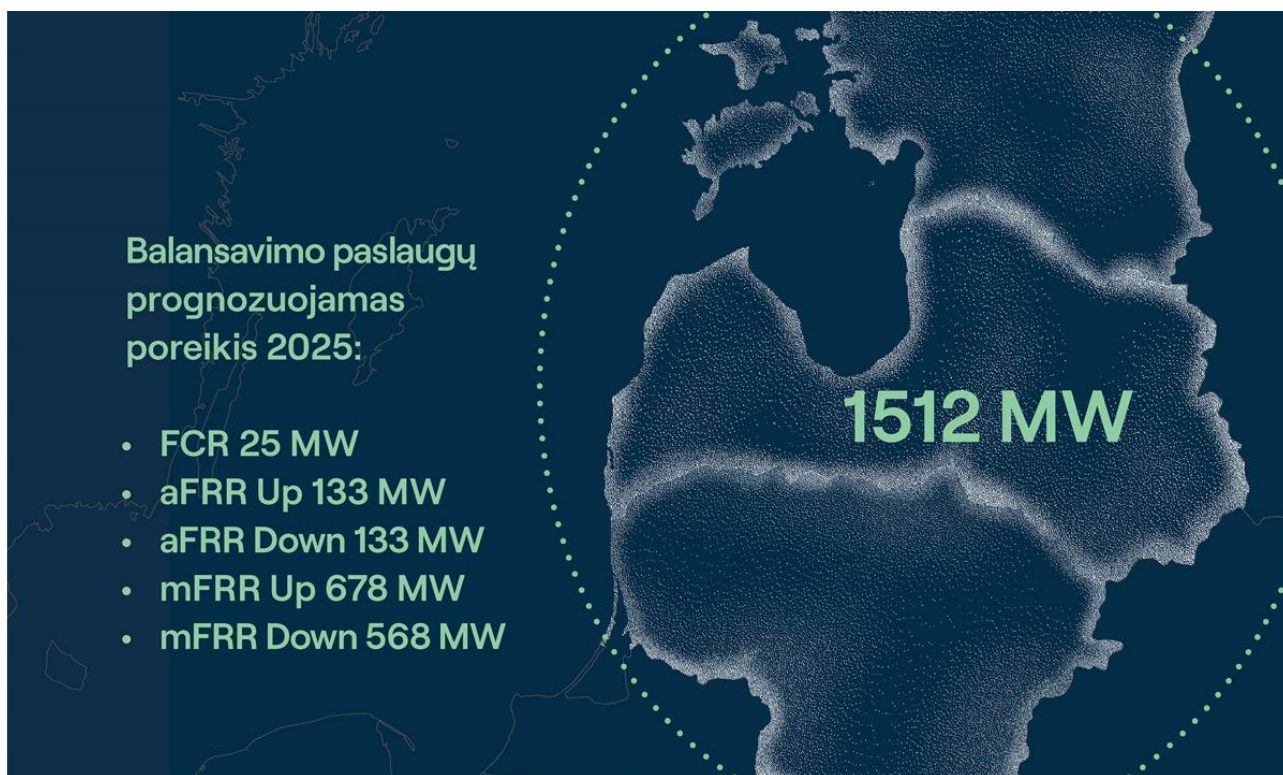
Vis dėlto, nuo 2025 m. birželio 11d. Lietuvos elektros birža bus iš esmės atnaujinta, kai pagrindinė Elektros paros prieš rinka (SDAC) atnaujins sistemą. SDAC šiuo atnaujinimu įgalins 15 minučių rinkos laiko vienetus (MTU) dienos prieš rinkoje, kurie leis pakeisti dabartinius 1 valandos prekybos intervalus. Šis perėjimas žymi svarbų etapą derinant Lietuvos elektros rinką su platesniu Europos

Sjungos energijos rinkos reguliavimu. Naujoji sistema padidins rinkos konkurencingumą, skatins atsinaujinančiųjų išteklių energijos integraciją visoje Europoje. Pirmieji sandoriai pagal 15 minučių MTU sistemą bus pradėti vykdyti 2025 m. birželio 12 d. [33].

1.2.5. Balansavimo pajėgumų rinka Baltijos šalyse

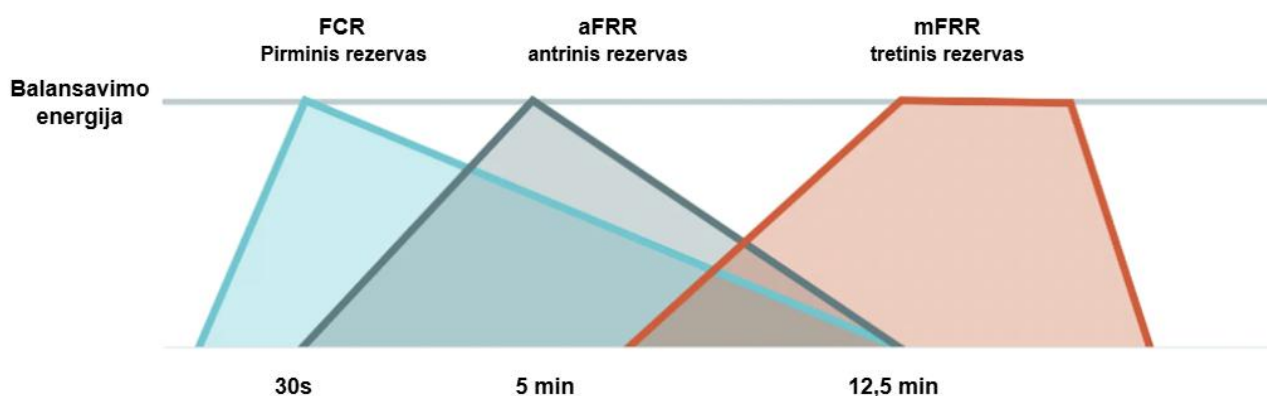
Balansavimo pajėgumai – būtini sistemos operatorėms norint užtikrinti, kad elektros energijos gamyba visada atitiktų suvartojimą. Planuojant Baltijos šalių sinchroninį veikimą su kontinentinės Europos elektros tinklais, išskyla būtinybė turėti sprendimus balansavimui – bus svarbu turėti technines priemones, kurios leistų reguliuoti elektros energijos gamybą ir suvartojimą, tiek ją didinant, tiek mažinant [15].

Elektros perdavimo sistemos operatorės „Litgrid“, „AST“ ir „Elering“ bendradarbiauja sukurdamos naują bendrą balansavimo pajėgumų rinką, kuri pradės veikti 2025 metais. Pagal operatorių apskaičiavimus, šioje rinkoje planuojama užsakyti iki 1512 MW balansavimo pajėgumų (Žiūrėti 11 pav.). Atsinaujinančios energetikos proveržis lemia, kad iki 2031 m. šis poreikis toliau sparčiai augs. Ši nauja rinka – kuriama atsižvelgiant į artėjančią sinchronizaciją su kontinentinės Europos elektros tinklais, po kurios Baltijos šalys funkcionuos kaip vienas dažnio valdymo ir balansavimo pajėgumų paslaugas užsakys kartu [14].



11 pav. Prognozuojamas balansavimo paslaugų poreikis 2025m. [14]

Nuo 2025 metų bus įsigyjamoms automatinio ir rankinio dažnio atkūrimo rezervo (angl. aFRR ir mFRR) paslaugos, o sinchronizavus su kontinentinės Europos tinklais, bus pradėta pirkti ir dažnio išlaikymo rezervo (angl. FCR) paslaugos. Šie rezervai skiriasi pagal jų reakcijos greitį ir panaudojimo laiką: dažnio išlaikymo rezervas turi būti įjungiamas per 30 sekundžių, automatinis dažnio atkūrimo rezervas – per 5 minutes, o rankinis dažnio atkūrimo rezervas – per 12,5 minutes. Aukščiau pristatytų paslaugų visiško įjungimo laikai (angl. – FAT) pavaizduoti 12 pav. [14].



12 pav. Aktyvavimo laikai balansavimo paslaugoms [14]

1.3. Pagrindinės EKĮ paslaugos

1.3.1. Greitas dažnio atsakas (angl. Fast frequency response)

Viena iš svarbiausių BEKS galimų teikti paslaugų – dažnio atsakas. BEKS gali greitai keisti aktyvios galios atsaką, o tai, itin, svarbu elektros tinklo stabilumo palaikymui. Atsižvelgdami į tai PSO, pavyzdžiui Jungtinės Karalystės nacionalinis elektros perdavimo tinklo operatorius, pradėjo pertvarkyti savo rinkos sistemas, kurios leistų atlyginti už BEKS įgalinimą tinklo stabilumo palaikymui [17].

Dėl augančios atsinaujinančių šaltinių plėtros, itin, išaugo dažnio balansavimo paslaugų poreikis. Pavyzdžiui, 2019 m. vėjo elektrinių pagamintas energijos kiekis padengė 20% visos Jungtinės Karalystės elektros energijos poreikio, kai lyginant su 2009 m. šis rodiklis siekė vos 2%. Šis pokytis paskatino Jungtinės Karalystės PSO 2016 m. įvesti „sustiprinto dažnio atsako“ (angl. Enhanced frequency response) funkciją. EFR paslaugų teikėjai įsipareigoja, kad per vieną sekundę nuo dažnio nuokrypio jie sugebėtų suformuoti ir į tinklą patiekti pilną aktyvios galios atsaką. Pirmajame EFR pajėgumų aukcione vykusiame 2018 m. buvo sudarytos 65,95 mln. Svarų sterlingų vertės sutartys su aštuoniais BEKS projektais, kurių bendra saugojimo galia siekė 201 MW. Panašios greito dažnio atsako (angl. Fast frequency response) paslaugos teikiamos ir kitose rinkose, pavyzdžiui, Vokietijoje pirminio dažnio atsako (angl. Primary frequency response) ir Šiaurės šalių rinkose, kuriose egzistuoja dažnio išlaikymo trikdymo rezervo (angl. Frequency Containment Reserve – Disturbance) paslaugos [17].

Nepaisant BEKS techninių galimybių, jo vaidmuo užtikrinant įvairias paslaugas vis dar nėra pakankamai ištirtas. Daugumoje esamų tyrimų nenagrinėjama kaip kaitaliojant įvairias greito dažnio atsako paslaugas būtų galima maksimalizuoti BEKS projektų pelną [17].

1.3.2. Energijos arbitražas

Energijos arbitražas - tai EKĮ naudojimas siekiant užsidirbti pinigų perkant elektros energiją, kai jos kainos mažos, ją saugojant ir parduodant, kai kainos didelės. Tai padeda subalansuoti elektros energijos sistemą, užtikrina patikimumą ir yra vienas pelningiausių EKĮ panaudojimo būdų [18].

Norint geriau suprasti energijos arbitražą svarbu atsižvelgti į teorinius ir praktinius veiksnius, darančius įtaką jo veikimui ir pelningumui. Vienas iš įprastų arbitražo pelno apskaičiavimo metodų energijos kainų numatymu, dėl kurio paprastai pervertinamas pasiekiamas pelnas. Remiantis mokslininkų Staffell'io ir Rustomji'o atliktais tyrimais taikant tik istoriniais duomenimis pagrįstus kainų prognozavimo metodus galima gauti 75-88 proc. pajamų, lyginant su tobulai prognozuojamomis ateities elektros energijos kainomis. Pažangesni metodai, tokie kaip stochastinis optimizavimas, gali leisti pasiekti geresnius planavimo rezultatus, tačiau jie padaro modeliavimo procesą daug sudėtingesnį [17].

Ekonominė vertė, kurią BEKS operatorius gauna iš arbitražo, priklauso nuo techninių ir rinkos veiksnių. Iš techninės pusės svarbų vaidmenį atlieka efektyvumas, nes energijos nuostoliai tiesiogiai didina BEKS eksploatavimo sąnaudas. Kitas svarbus veiksnys yra iškrovimo talpa arba energijos ir galios santykis, kuris lemia, kiek energijos sistema gali sukaupti. Laikui bėgant, dėl fizinio dėvėjimosi ir BEKS eksploatavimo ši talpa mažėja, o tai gali reikšmingai paveikti pelningumą. Nors BEKS komponentų pakeitimo sąnaudos paprastai patiriamos tik BEKS eksploatavimo laikotarpio pabaigoje, tačiau BEKS eksploatavimo būdas taip pat daro įtaką senėjimo greičiui, todėl šiuos veiksnius būtina įtraukti į sąnaudų skaičiavimus. Rinkos veiksniai, ypač kainų nepastovumas, taip pat yra svarbūs norint apskaičiuoti pelningumą. Skirtingai nuo vidutinių kainų lygių, būtent elektros kainų svyravimai sukuria arbitražo galimybes. Didesni kainų svyravimai leidžia BEKS operatoriams išnaudoti skirtumus tarp mažų ir didelių kainų, pabrėžiant rinkos dinamikos svarbą kuriant efektyvias arbitražo strategijas [17].

2. Problemos formulavimas

EKĮ turi didelį potencialą prisidėti prie atsinaujinančios energetikos integracijos ir užtikrinti elektros sistemos stabilumą. Tačiau, norint maksimaliai išnaudoti jų galimybes ir pasiekti optimalius pelningumo rezultatus, būtina išspręsti kelis esminius iššūkius. Pirmiausia, trūksta integruotų sprendimų, kurie leistų EKĮ efektyviai dalyvauti įvairiose elektros rinkose, tokiose kaip dienos prieš rinkos, dienos eigos rinka ir balansavimo rinka. Kiekviena iš šių rinkų turi savitą dinamiką, kainų svyravimus ir prekybos laikotarpius, todėl svarbu rasti optimizavimo metodus, kurie leistų EKĮ ne tik prisitaikyti prie rinkos sąlygų, bet ir užtikrinti maksimalų pelną.

Nepaisant to, kad rinkos kainų svyravimai ir elektros tiekimo paklausa yra gerai suprantami, EKĮ operatoriai dažnai susiduria su sunkumais optimizuojant prekybos laikus ir kainas. Arbitražo galimybės atsiranda dėl elektros kainų svyravimų tarp skirtingų rinkų, todėl būtina sukurti strategijas, leidžiančias EKĮ veiksmingai pasinaudoti šiais kainų skirtumais ir pasiekti didesnę pelną. Be to, siekiant įvertinti šias galimybes, būtina atsižvelgti ne tik į rinkos kainų prognozes, bet ir į operatyvinius veiksnius, tokius kaip paklausos ir pasiūlos svyravimai, sisteminių paslaugų poreikis ir galimybė teikti dažnio valdymo paslaugas (FCR, aFRR, mFRR).

Todėl atlikus literatūros analizę galima formuoti dvi problemas:

- Nepakankamai išnaudojamos arbitražo galimybės, leidžiančios EKĮ dalyvauti įvairiose rinkose ir optimizuoti pelną, pasinaudojant kainų skirtumais.
- Reikia efektyvesnių sprendimų, leidžiančių tiksliai nustatyti optimalų prekybos laiką ir kainą kiekvienoje rinkoje, siekiant maksimizuoti pelningumą ir užtikrinti EKĮ konkurencingumą.

3. Metodika

3.1. Tyrimo objektas

2021 metų pabaigoje Lietuvos elektros perdavimo sistemos operatorė „Litgrid“ prie šalies perdavimo tinklo prijungė pirmąją BEKS, kuri pavaizduota 13 pav. Šis projektas tapo pirmuoju tokio tipo pilotiniu projektu ne tik Baltijos šalyse, bet ir visoje Europoje. 1 MW galios ir 1 MWh talpos baterijų kaupiklis buvo integruotas į Vilniaus 330/110/10 kV transformatorių pastotę (Toliau – Vilniaus TP).



13 pav. Litgrid 1 MW baterijų energijos kaupimo sistema

Vilniaus TP įdiegtą BEKS sudaro ličio jonų baterija, įtampos keitiklis (inverteris), energijos kaupimo ir valdymo sistema su komutavimo aparatais. Modulinėje transformatorinėje, priskirtoje BEKS, įrengtas aukštinamasis 0,69 kV / 10 kV galios transformatorius su komutavimo įranga ir apsaugomis, skirtas BEKS prijungimui prie 10 kV Vilniaus TP elektros tinklo.

Kadangi tyrimo tikslas – sukurti BEKS optimizavimo modelį, kuris leistų įvertinti ekonominį pelningumą dalyvaujant skirtingose elektros ir rezervinių paslaugų rinkose, reikalingas sisteminis požiūris ir didesnių galimų pajėgumų analizė. Remiantis Baltijos šalių balansavimo rinkos taisyklėmis, kurios nustato minimalų 1 MW pasiūlos kiekį (angl. – Minimum Bid Quantity), esamos 1 MW sistemos nepakanka reprezentatyviam vertinimui. Todėl tyrime nagrinėjama hipotetinė 50 kartų didesnė BEKS (50 MW/50 MWh), kuri:

1. Atitinka balansavimo rinkos reikalavimus – gali savarankiškai teikti bent minimalų 1 MW pasiūlos kiekį;
2. Užtikrina vertinimo reprezentatyvumą – leidžia įvertinti didesnio masto energijos kaupimo poveikį tinklo balansavimui;
3. Atspindi realias rinkos plėtros tendencijas – atitinka planuojamus ir diegiamus komercinių energijos kaupimo projektų parametrus.

Pagrindiniai BEKS techniniai parametrai pateikiami **1 lentelėje**:

1 lentelė. Hipotetinė 50MW baterijų energijos kaupimo sistemos techniniai parametrai

Eil. Nr.	Parametras	Vertė
1.	Naudojama energijos talpa [MWh]	50
2.	Maksimali įkrovimo galia [MW]	50
3.	Maksimali iškrovimo galia [MW]	50
4.	Energijos konversijos naudingumo koef. [%]	88.1
5.	Minimalus leidžiamas SOC [%]	10
6.	Maksimalus leidžiamas SOC [%]	90
7.	Maksimalus dienos energijos srautas (MWh)	100

3.2. Optimizacinio modelio struktūra

Šio tyrimo metu sukurtas optimizacijos modelis, skirtas BEKS veiklos optimizavimui, atsižvelgiant į techninius įrenginio parametrus bei taikomus veiklos apribojimus. Optimizacijos tikslas – maksimaliai padidinti pajamas, dalyvaujant dienos prieš, automatinio ir rankinio dažnio atkūrimo rezervų ir energijos rinkose. Modeliui sudaryti buvo panaudota atvirojo kodo optimizacijos modeliavimo biblioteka „Pyomo“, kuri leidžia kurti ir spręsti linijinius, mišrius sveikųjų skaičių ir nelinijinius optimizacijos uždavinius „Python“ programavimo aplinkoje.

Modelis formuluotas naudojant „Pyomo“ biblioteką, kuri leidžia kurti ir spręsti linijinius, mišrius sveikųjų skaičių ir nelinijinius optimizacijos uždavinius „Python“ programavimo aplinkoje. „Pyomo“ išplečia šiuolaikinių algebrinio modeliavimo kalbų (angl. – Algebraic Modeling Language) palaikomą optimizacijos modeliavimo metodą, leidžiantį naudotojams intuityviai aprašyti sprendimo kintamuosius, apribojimus ir tikslines funkcijas naudojant aukšto lygio Python kalbos konstrukcijas [20].

Sprendimų paieškai taikytas GLPK (angl. – GNU Linear Programming Kit) sprendiklis, kuris yra atvirojo kodo programinė įranga, skirta spręsti linijines programavimo (angl. – linear programming) ir mišrias sveikųjų skaičių programavimo (angl. – mixed interger programming) problemas [35].

3.2.1. Optimizacinio modelio matematinė formuluotė

Tyrimo metu buvo sukurtas BEKS optimizavimo modelis skirtas BEKS pajamų maksimizavimui dalyvaujant skirtingose elektros rinkose. Modelio struktūra remiasi A. Paredes ir J.A. Aguago pateiktu pajamų didinimo (angl. – revenue stacking) metodu, kuriame optimizuojama BEKS veikla dalyvaujant dienos prieš ir automatinio dažnio atkūrimo rezervo rinkose. Tačiau šiame tyrime sukurtas modelis išplečia rinkų spektrą, papildomai įtraukiant rankinio dažnio atkūrimo rezervo paslaugas bei atskirai modeliuojant tiek energijos, tiek pajėgumų prekybos galimybes. Atitinkamai,

tyrime suformuluotos dvi optimizacinės tikslo funkcijos: viena skirta pajamų maksimalizavimui iš energijos prekybos, kita – pajamų maksimalizavimui už rezervuotos galios paslaugų teikimą. Be to, skirtingai nei A. Paredes ir J.A. Aguago straipsnyje aprašytame modelyje, šio darbo metu daroma prielaida apie deterministines rinkos kainas, remiantis tuo, kad šiuolaikinės rinkos analizės priemonės ir kainų prognozavimo algoritmai leidžia pakankamai tiksliai įvertinti rinkų kainų lygį. Siekiant modelio paprastumo ir fokusavimo į pelningumo analizę, šiame darbe baterijos degradacijos kaštai nėra skaičiuojami, tačiau eksploatacinės ribos užtikrinamos laikantis gamintojo rekomendacijų, nevirsijant vieno pilno ciklo per parą naudojimo limitu [21].

Optimizacinė tikslo funkcija suformuluota taip, kad maksimalizuotų skirtumą tarp pajamų iš energijos pardavimo ir kaštų už energijos pirkimą įvairiose rinkose:

$$\begin{aligned} \max = \sum_{t=1}^{24} (P_{DA,iš(t)} * p_{DA,t} - P_{DA,įk(t)} * p_{DA,t} + P_{mFRR,up(t)} * p_{mFRR,up(t)} + P_{mFRR,down(t)} * p_{mFRR,down(t)} \\ + P_{aFRR,up(t)} * p_{aFRR,up(t)} + P_{aFRR,down(t)} * p_{aFRR,down(t)}) \end{aligned} \quad (2)$$

Kur:

$P_{DA,iš(t)}$ ir $P_{DA,įk(t)}$ – energijos kiekiai (MWh), parduodami ir perkami dienos prieš rinkoje laiko momentu t .

$P_{mFRR,up(t)}$, $P_{mFRR,down(t)}$, $P_{aFRR,up(t)}$, $P_{aFRR,down(t)}$ – rezervų rinkose teikiami (aukšty) arba absorbuojami (žemyn) galios kiekiai (MW) laiko momentu t .

$p_{DA,t}$, $p_{mFRR,up(t)}$, $p_{mFRR,down(t)}$, $p_{aFRR,up(t)}$, $p_{aFRR,down(t)}$ – atitinkamų rinkų kainos (€ už MWh) valandos t metu.

Pajėgumų rinkų atveju optimizacinė tikslo funkcija suformuluota taip, kad maksimalizuotų pajamas, gaunamas už rezervuotos galios teikimą, dalyvaujant automatinio (aFRR) ir rankinio (mFRR) dažnio atkūrimo rezervų rinkose bei dienos prieš rinkoje.

$$\begin{aligned} \max = \sum_{t=1}^{24} (P_{DA,iš(t)} * p_{DA,t} - P_{DA,įk(t)} * p_{DA,t} + P_{mFRR,up_cap(t)} * p_{mFRR,up_cap(t)} + P_{mFRR,down_cap(t)} \\ * p_{mFRR,down_cap(t)} + P_{aFRR,up_cap(t)} * p_{aFRR,up_cap(t)} + P_{aFRR,down_cap(t)} \\ * p_{aFRR,down_cap(t)}) \end{aligned} \quad (3)$$

Kur:

$P_{DA,iš(t)}$ ir $P_{DA,įk(t)}$ – energijos kiekiai (MWh), parduodami ir perkami dienos prieš rinkoje laiko momentu t .

$P_{aFRR,up_cap(t)}$, $P_{aFRR,down_cap(t)}$, $P_{mFRR,up_cap(t)}$, $P_{mFRR,down_cap(t)}$ – rezervuoti galios kiekiai (MW) atitinkamose rinkose.

$p_{mFRR,down_cap(t)}$, $p_{mFRR,up_cap(t)}$, $p_{aFRR,down_cap(t)}$, $p_{aFRR,up_cap(t)}$ – pajėgumų rinkos kainos (€ už MWh) atitinkamu laiko momentu.

3.2.2. Optimizacinio modelio sprendimo kintamieji ir apribojimai

Sukurtas optimizacinis modelis grindžiamas aiškiai apibrėžtais sprendimo kintamaisiais bei taikomais apribojimais, kurie užtikrina modeliavimo realistiškumą ir atitikimą techniniams BEKS veikimo parametrams. Sprendimo kintamieji apima įkrovimo ir iškrovimo galias bei teikiamas rezervines galias skirtingose rinkose kiekvienu laiko momentu. Apribojimai nustatomi pagal baterijos

techninius parametrus, kurie pateikti **1 lentelėje**, įskaitant energijos konversijos naudingumo koeficientą, maksimalias ir minimalias leidžiamas BEKS SOC ribas, įkrovimo/iškrovimo galios limitus bei maksimalų dienos energijos srautą. Tokie apribojimai yra būtini, siekiant užtikrinti realias optimizavimo modelio prielaidas ir išvengti techninių pažeidimų, kaip tai akcentuojama C.A. Mora ir kt. mokslinėje literatūroje [22].

Papildomai modelyje taikomi apribojimai, susiję su BEKS SOC lygiu ir ciklų skaičiumi, siekiant užtikrinti technologijos ilgaamžiškumą bei ekonomiškai efektyvų eksploatavimą. SOC ribos nustatytos tarp 10 % ir 90 % nuo energijos talpos vertės, remiantis moksliniais tyrimais, kuriuose įrodyta, kad kraštutinės SOC reikšmės ženkliai spartina baterijos degradaciją. D. Graf ir kitų autorių atliktas tyrimas (2021) parodė, kad palaikant žemesnį SOC lygį (pvz., 30 %) galima pasiekti iki 20 % ilgesnį akumulatoriaus tarnavimo laiką, palyginti su veikimu ties 70 % SOC. Be to, į modelį įtrauktas apribojimas, ribojantis vieno pilno ciklo (įkrovimo–iškrovimo) per dieną vykdymą, taip mažinant ciklinę degradaciją. Tas pats tyrimas rodo, kad laikantis vieno ciklo per dieną režimo ir palaikant 23 °C temperatūrą, BEKS sistemos tarnavimo laikas gali siekti apie 12,5 metų, kas yra esminis kriterijus vertinant ilgalaikį sistemos pelningumą. **2 lentelėje** pateikiami pagrindiniai sprendimo kintamieji ir apribojimai, taikomi optimizaciniame modelyje siekiant užtikrinti BEKS veikimo realistiškumą.

2 lentelė. optimizacinio modelio sprendimo kintamieji ir apribojimai

Sprendimo kintamieji ir apribojimai	Aprašymas
Įkrovimo galia (MW)	BEKS įkrovimo galia iš dienos prieš rinkos kiekvieną valandą.
Iškrovimo galia (MW)	BEKS iškrovimo galia iš dienos prieš rinkos kiekvieną valandą.
mFRR aukštyn / žemyn galia (MW)	Teikiama (aukštyn) arba absorbuojama (žemyn) galia rankinio rezervo rinkoje.
aFRR aukštyn / žemyn galia (MW)	Teikiama (aukštyn) arba absorbuojama (žemyn) galia automatinio rezervo rinkoje.
SOC (MWh)	Energijos kiekis BEKS kiekvieną optimizavimo laikotarpį.
Įkrovimo / iškrovimo indikatoriai	Dvejtainiai kintamieji, nurodantys ar BEKS įkraunamas, ar iškraunamas konkrečiu laiku.
Pradinė SOC reikšmė	SOC dienos pradžioje nustatoma kaip žinoma vertė (pvz., 25 MWh)
SOC reikšmių ribos	Užtikrinama, kad SOC viso modeliavimo metu liktų tarp 10–90 % nuo naudojamos energijos talpos.
Maks. įkrovimo/iškrovimo galios ribos	Negali viršyti 50 MW, kaip nurodyta gamintojo techniniuose parametruose
Vienu metu negalima įkrauti ir iškrauti	Užtikrinama, kad tuo pačiu metu nevyksta įkrovimas ir iškrovimas
Maksimalus dienos energijos srautas (MWh)	Įkrovimo ir iškrovimo suma per parą negali viršyti 100 MWh

3.3. Duomenų šaltiniai

Šio darbo tikslams buvo naudojami Suomijos perdavimo sistemos operatoriaus „Fingrid“ skelbiami rinkos duomenys, apimantys laikotarpį nuo 2024 m. birželio 13 d. iki 2025 m. sausio 1 d. Surinkti duomenys apima šiuos rinkos segmentus: dienos prieš, automatinio dažnio atkūrimo rezervo (angl. –

aFRR) bei rankinio dažnio atkūrimo rezervo (angl. – mFRR) kainos. Šie duomenys buvo pasirinkti dėl kelių priežasčių:

1. Lietuvos elektros rinkoje aFRR ir mFRR produktų energijos rinkos realiai pradėjo veikti tik 2024 m. pabaigoje–2025 m. pradžioje, todėl nėra pakankamos istorinės informacijos, kuri būtų tinkama modeliui testuoti ar verifikuoti.
2. Suomija yra integruota į Šiaurės šalių elektros sistemą (angl. Nordic synchronous area), kurią sudaro Danija, Suomija, Norvegija ir Švedija. Šios šalys veikia bendroje sinchroninėje sistemoje ir koordinuoja balansavimo paslaugas per bendrus mechanizmus, įskaitant aFRR ir mFRR rezervus. Šiaurės šalių TSO organizacijos (Fingrid, Svenska kraftnät, Statnett ir Energinet) glaudžiai bendradarbiauja tiek infrastruktūros plėtros, tiek rinkos dizaino klausimais – tai atsispindi tokiuose dokumentuose kaip „Nordic Grid Development Perspective 2023“ (36). Šis koordinavimas leidžia laikyti Suomijos rinką tinkamu atskaitos tašku vystant ir testuojant modelius, kurie ateityje gali būti adaptuojami Lietuvos rinkos sąlygoms.
3. Baltijos šalys – Lietuva, Latvija ir Estija – iki 2025 m. pradžios veikė IPS/UPS sinchroninėje zonoje, kurioje elektros dažnis buvo centralizuotai valdomas Rusijoje. Tačiau siekdamas energetinės nepriklausomybės ir integracijos į Europos elektros rinką, šios šalys 2025 m. vasario 9 d. sinchronizavosi su kontinentinės Europos tinklais. Po sinchronizacijos Baltijos šalys pradėjo veikti kaip bendras dažnio valdymo blokas ir kartu užsakinėti balansavimo pajėgumų paslaugas. Šiam tikslui buvo sukurta bendra Baltijos šalių balansavimo pajėgumų rinkos platforma, kurioje kasdien įsigyjama apie 1600 MW balansavimo pajėgumų, įskaitant FCR, aFRR ir mFRR rezervus [37].

Dėl aukščiau minimų priežasčių pasirinkimas naudoti Suomijos duomenis – pagrįstas tiek rinkos brandumu, tiek struktūriniu ir sisteminiu artimumu Baltijos šalių elektros rinkai.

3.4. Ekonominio vertinimo metodika

Ekonominis BEKS vertinimas yra svarbus žingsnis analizuojant investicijų pagrįstumą ir potencialų pelningumą dalyvaujant skirtingose elektros rinkose. Kaip nurodo Pasaulio banko 2020m. parengta ataskaita, BEKS projektų veikimas turi būti tinkamai kiekybiškai įvertintas, monetizuotas ir palygintas su alternatyvomis, o galutinis sprendimas dėl projekto įgyvendinimo ir finansavimo turi būti grindžiamas detalia ekonomine ir finansine analize. Praktikoje tokiai analizei dažnai taikomi pagrindiniai finansiniai rodikliai, tokie kaip grynoji dabartinė vertė (angl. NPV), vidinė gražos norma (angl. IRR), atsipirkimo laikotarpis ir energijos gamybos svertiniai kaštai (angl. LCOE). Šie rodikliai leidžia objektyviai įvertinti projekto pelningumą, rizikas ir padeda priimti pagrįstus investicinius sprendimus [23].

3.4.1. Grynoji dabartinė vertė

NPV – vienas iš pagrindinių finansinių rodiklių, naudojamų vertinant investicijų į BEKS ekonominių pagrįstumą. NPV leidžia įvertinti visus būsimus pinigų srautus, susijusius su projektu, atsižvelgiant į pinigų laiko vertę, diskontuojant juos iki dabarties. Kaip nurodo Rocha ir kt. (2021), NPV yra vienas dažniausiai taikomų rodiklių BEKS ekonominiame vertinime, leidžiantis nustatyti, ar investicija yra finansiškai pagrįsta, kai $NPV > 0$ [24].

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (4)$$

Kur:

CF_t – grynasis pinigų srautas laiko momentu t ,

r – diskonto norma,

T – vertinimo laikotarpis,

C_0 – pradinės investicijos.

3.4.2. Vidinė grąžos norma

IRR – vienas iš pagrindinių investicinių projektų vertinimo rodiklių, naudojamų nustatyti investicijos pelningumą. IRR apibrėžiama kaip diskonto norma, kuri nustato, kad visų pinigų srautų NPV vertė būtų lygi nuliui. Šis rodiklis leidžia įvertinti, kokią metinę grąžą projektas gali sugeneruoti investuotojams. Tyrime, kurį atliko Cheng-Yu Peng ir kt. IRR apskaičiuojama naudojant metinę pinigų srautų vertę neatsižvelgiant į realiąją palūkanų normą ir nėra susijusi su realiosios palūkanų normos pokyčiais [25].

$$0 = (-I + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}) \quad (5)$$

Kur:

I – pradinė investicija į projektą (EUR)

CF_t – grynasis pinigų metais

N – vertinimo laikotarpis,

IRR – vidinė grąžos norma, kuri ieškoma (diskonto norma prie kurios $NPV = 0$).

3.4.3. Energijos gamybos svertiniai kaštai

Kaip moksliniame straipsnyje apibrėžia I. Konstanavičiūtė ir V. Bobinaitė: „LCOE - tai elektros energijos kaina, reikalinga projektui, kurio pajamos būtų lygios sąnaudoms, įskaitant investuoto kapitalo grąžą, lygią diskonto normai. Elektros energijos kaina, viršijanti šią, leistų gauti didesnę kapitalo grąžą, o kaina, mažesnė už ją, leistų gauti mažesnę kapitalo grąžą arba net nuostolį... LCOE apskaičiuojamas dabartinę visų numatomų eksploatavimo laikotarpio sąnaudų (įskaitant statybos, investicijų, eksploatavimo ir priežiūros, kuro, mokesčių ir t.t.) vertę padalijus iš numatyto pagaminti energijos kiekio per visą eksploatavimo laikotarpį“ [26].

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{I_t + O\&M_t + F_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_I * 8760 * LF}{(1+d)^t}} \quad (6)$$

Kur:

LCOE – energijos gamybos svertiniai kaštai (Eur/kWh);

I_t – investicijų sąnaudos laiko momentu t (EUR);

Q&M – eksploataavimo ir techninės priežiūros sąnaudos laiko momentu t (Eur);

F_t – kuro sąnaudos laiko momentu t (Eur);

C_1 – įrengtoji galia (kW)

LF – apkrovos koeficientas (%)

d – diskonto norma (%);

t – laiko periodas (metais).

Remiantis M.Cristea ir kt. moksliniame straipsnyje naudojami energijos kaupimo svertiniai kaštai (angl. LCOS) dėl to, kad BEKS technologija elektros energijos negamina, o ją kaupia ir iškrauna. Skirtingai nei LCOE, kuris taikomas generatoriams, LCOS atsižvelgia į konkrečius saugojimo veiksmus, pavyzdžiui, įkrovimo sąnaudas, efektyvumo nuostolius ir degradaciją. Todėl LCOS – tikslesnis rodiklis BEKS ekonominiams rodikliams įvertinti [27].

$$LCOS = \frac{CAPEX + \sum_{t=1}^n \frac{OM_t + C_t}{(i+1)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{W_{out}}{(i+1)^t}} \quad (7)$$

Kur:

Capex – kapitalo išlaidos;

OM – eksploataavimo ir techninės priežiūros sąnaudos laiko momentu;

C_t – metinės įkrovimo išlaidos;

W_{out} – iškrautas energijos kiekis per metus;

i – diskonto norma;

4. Rezultatai

Remiantis JAV Nacionalinės atsinaujinančios energijos laboratorijos (angl. – NREL) 2023 m. ataskaita tipinės 4 valandų trukmės ličio jonų BEKS kapitalinės sąnaudos 2030 m. siekia 326 USD/kWh pagal vidutinį scenarijų. Ši suma apima visus pagrindinius sistemos komponentus – baterijų modulius, keitiklius, aušinimo bei valdymo įrangą, konteinerius, montavimo darbus. Kapitalinės sąnaudos pateikiamos kaip „overnight“ tipo, t. y. skaičiuojamos be finansavimo išlaidų ir atspindi visos sistemos įrengimo kaštus iki jos pilno paruošimo eksploatacijai [28].

Vertinant alternatyvius scenarijus, toje pačioje ataskaitoje pateikiamos ir apatinės (optimistinės) bei viršutinės (pesimistinės) ribos: 245 JAV \$/kWh žemam scenarijui ir 403 JAV \$/kWh aukštam. Kaštų skirtumai priklauso nuo technologinės pažangos, medžiagų kainų, tiekimo grandinės pokyčių bei rinkos dinamikos. Sistemos trukmė laikoma 4 valandomis, t. y. baterija gali tiekti vardinę galią keturias valandas be pertraukos.

Panašios reikšmės pateikiamos ir kituose šaltiniuose. Pavyzdžiui, Clean Energy Associates [38] prognozuoja konteinerizuotos BEKS sistemos kainą JAV rinkoje 2024 m. sieksiant apie 148 USD/kWh, o Lawrence Berkeley National Laboratory [29] duomenimis, Indijos rinkoje 2025 m. kapitalinės sąnaudos gali siekti 134 USD/kWh. Vis dėlto, NREL duomenys, orientuoti į JAV ir vakarų rinkas, yra laikomi patikimesniu pagrindu analizėms atliekamoms šiame darbe (žiūrėti **3 lentelę**).

3 lentelė. Kapitalinių sąnaudų scenarijai BEKS remiantis NREL ataskaita (28)

Metai	Žemas scenarijus (Optimistinis), JAV \$/kWh	Vidutinis scenarijus, JAV \$/kWh	Aukštas scenarijus (Pesimistinis), JAV \$/kWh
2025	310	388	496
2030	245	326	403
2050	159	226	348

Taip pat taikomos šios prielaidos: eksploatacijos trukmė – 15 metų, efektyvumas – 88.1 %, fiksuotos metinės priežiūros sąnaudos – 2,5 % nuo instaliuotos galios (JAV \$/kW). Šios vertės taikomos siekiant užtikrinti, kad sistema visą eksploatacijos laikotarpį išlaikytų nominalų pajėgumą. Remiantis šiomis prielaidomis, **4 lentelėje** pateikiami pagrindiniai BEKS parametrai, kurie bus naudojami ekonominėje analizėje [28].

4 lentelė. Pagrindiniai BEKS parametrai naudojami ekonominėje analizėje

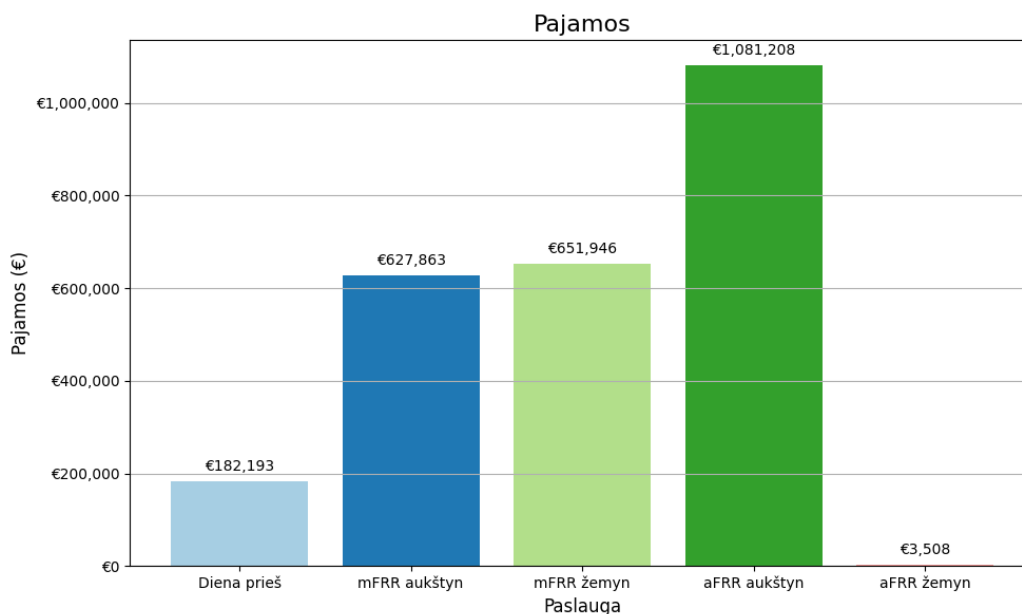
Parametro pavadinimas	Reikšmė	Matavimo vienetas	Pastabos/šaltinis
Kapitalinės sąnaudos	326	\$/kWh	2030 m. vidutinis scenarijus
Kapitalinės sąnaudos įrengtajai talpai	16,3	mln. JAV \$	$326 * 50000 = 16,3 \text{ mln JAV } \$$
BEKS eksploatavimo trukmė	15	Metai	Remiantis JAV Nacionalinės atsinaujinančios energijos laboratorijos ataskaita [28]
Fiksuotos metinės priežiūros sąnaudos	2,5	% nuo JAV \$/KW per metus	Remiantis JAV Nacionalinės atsinaujinančios energijos laboratorijos ataskaita [28]
Diskonto norma	6-12	%	Tipinė vertė AEI projektams
Ciklų skaičius per metus	365	Ciklai	1 ciklas per parą

4.1. Optimizacinio modelio rezultatai

Remiantis 3.2.1 poskyryje aprašyta metodika, pateikiami optimizacinio modelio rezultatai. Tyrimo metu buvo išanalizuotos 202 dienos, apimančios laikotarpį nuo 2024-06-13 iki 2024-12-31. Skaičiavimai atlikti naudojant Suomijos rinkos dienos prieš, automatinio ir rankinio tiek energijos, tiek pajėgumų rinkų kainas.

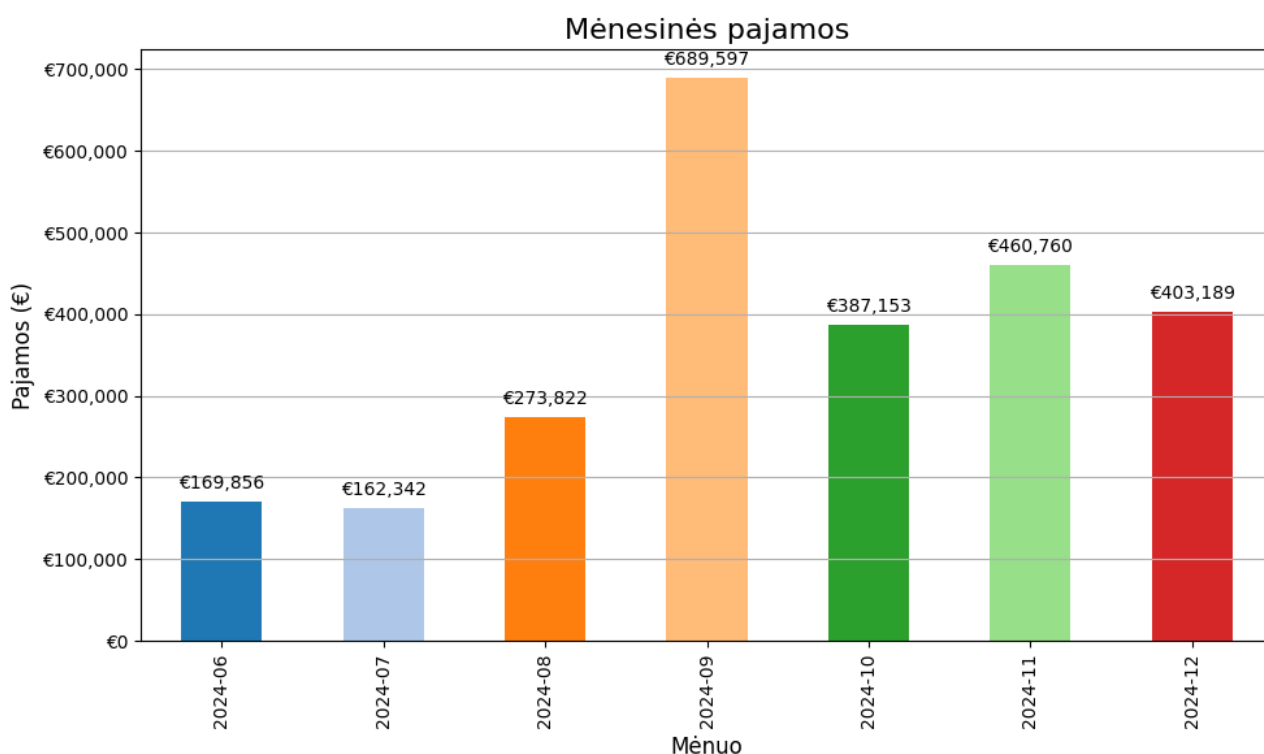
4.1.1. Dienos prieš ir energijos rinka

Atlikus optimizacinius skaičiavimus paaiškėjo, kad didžioji dalis pajamų buvo sugeneruota BEKS teikiant pasiūlymus rezervų rinkose – ypač mFRR aukštyn, aFRR aukštyn ir mFRR žemyn segmentuose. Didžiausią pajamų dalį, viršijančią 1 mln. eurų, BEKS uždirbo veikdama aFRR aukštyn rinkoje, kaip tai iliustruojama 14 pav.:



14 pav. BEKS pajamos teikiant pasiūlymus energijos ir dienos prieš rinkose

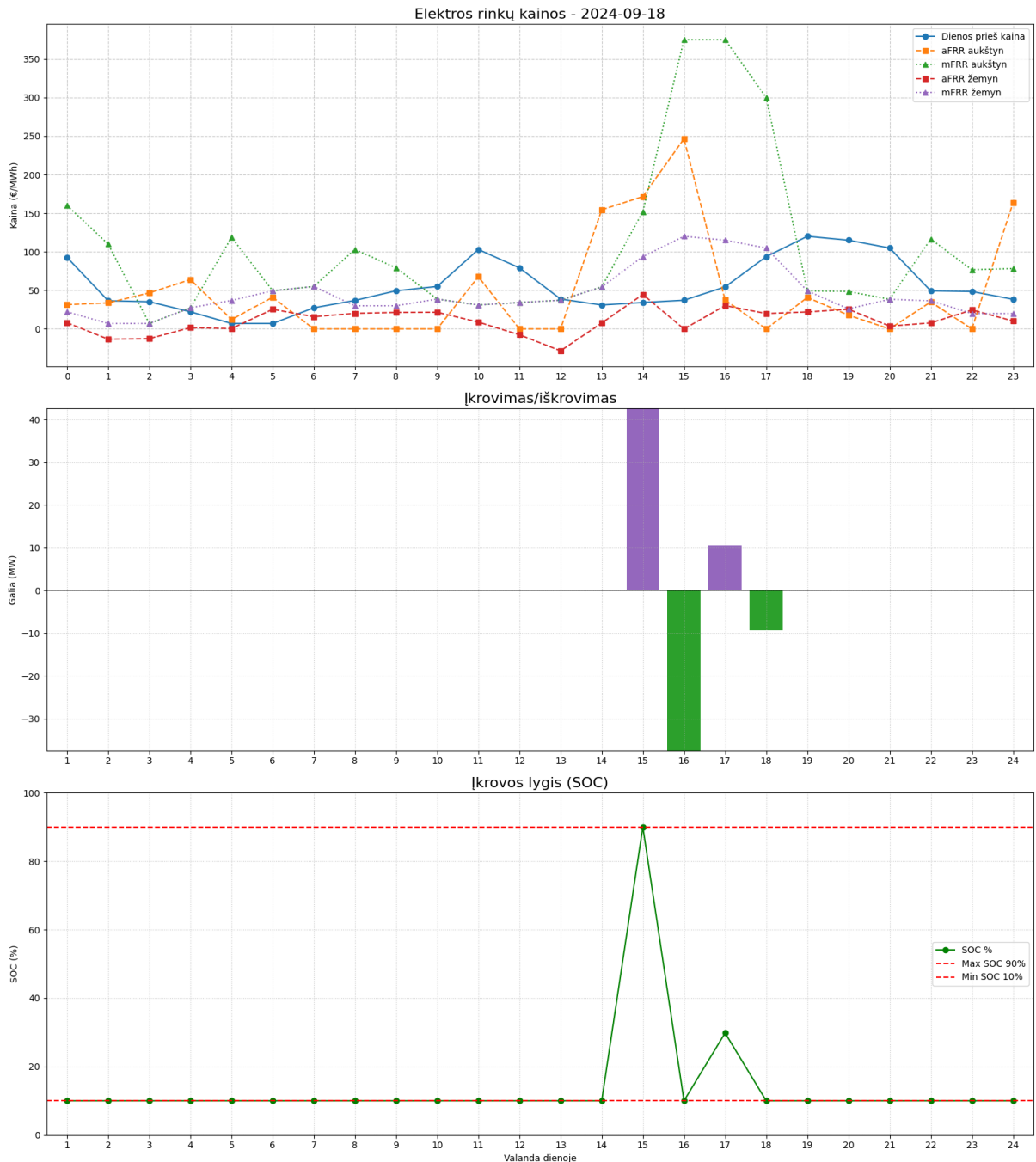
Per 202 parų laikotarpį BEKS uždirbo 2,546 milijono eurų (vidutiniškai ~12 598 €/parą), o pelningiausias mėnuo buvo rugsėjis, kuomet BEKS uždirbo 689 597 eurus, kaip tai pavaizduota 15 pav.



15 pav. BEKS mėnesinės pajamos teikiant pasiūlymus energijos ir dienos prieš rinkose

Atsitiktinai parinkta 2024-09-18 diena iliustruoja tipinį BEKS veikimo scenarijų pagal optimizacinį modelį. Tą dieną eksploatavimas buvo pradėtas turint minimalų leistiną įkrovos lygį – 10 %, todėl sprendimų priėmimo logika buvo orientuota į kuo pigesnę energijos kaupimą. Įkrovimas buvo

inicijuotas 15 val., pasinaudojant mFRR žemyn rinka, kurioje kaina siekė 93,71 €/MWh – tai reiškė, kad už kiekvieną įkrautą megavatvalandę BEKS gavo atlygį. 16 val. modelis priėmė sprendimą realizuoti sukauptą energiją mFRR aukštyn rinkoje, kurioje tuo metu buvo fiksuota aukščiausia dienos kaina – 375 €/MWh. Vėliau vyko papildomi įkrovimo ir iškrovimo ciklai, siekiant maksimaliai išnaudoti leistiną vieną pilną paros ciklą. Tą dieną BEKS uždirbo 22,074 tūkstančius eurų, o visa veiklos eiga detaliai pavaizduota 16 pav.

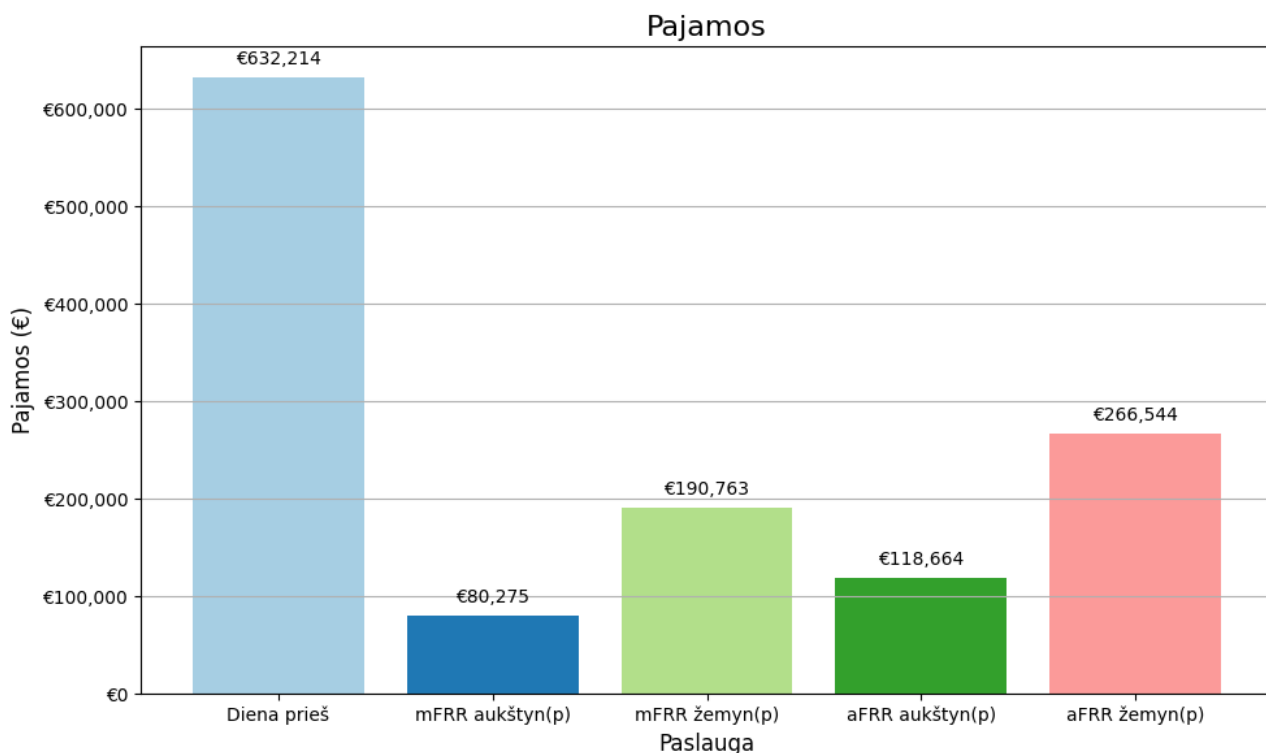


16 pav. Detalus BEKS veikimas 2024-09-18 (veikiant energijos ir dienos prieš rinkose)

4.1.2. Dienos prieš ir pajėgumų rinka

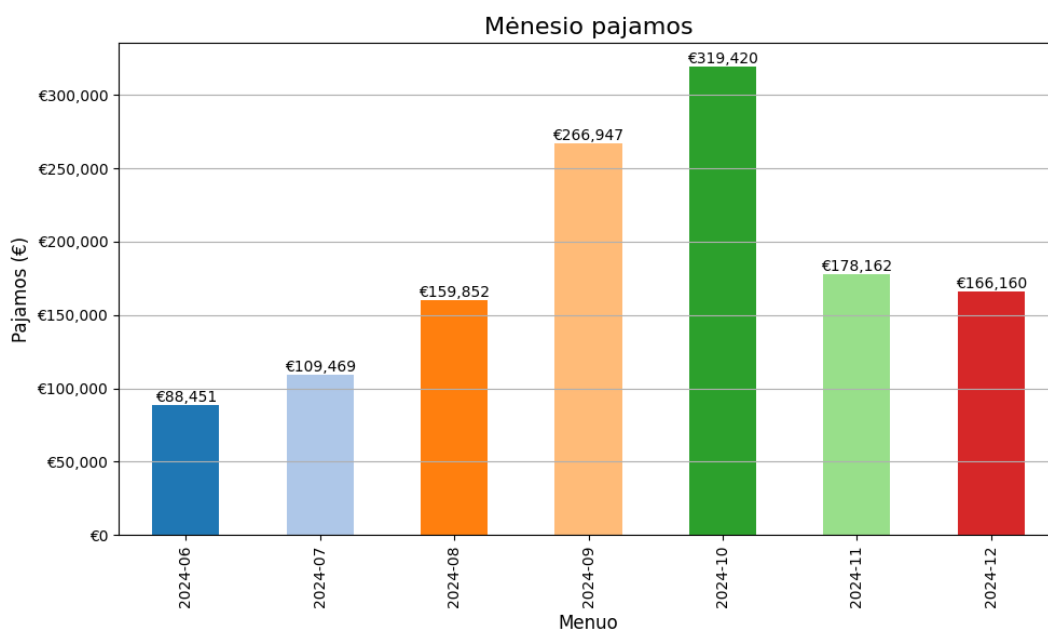
Priešingai nei pirmojo optimizacinio modelio atveju, šiuo atveju – naudojant dienos prieš bei pajėgumų rinkų istorines kainas – didžiausios pajamos buvo sugeneruotos BEKS teikiant pasiūlymus dienos prieš rinkoje. Šioje rinkoje buvo uždirbta 632,2 tūkst. eurų. Rezervų rinkose pajamos

pasiskirstė proporcingai, daugiausia jų sukaupta teikiant aFRR žemyn paslaugą, kaip tai pavaizduota 17 pav.



17 pav. BEKS pajamos teikiant pasiūlymus pajėgumų ir dienos prieš rinkose

Antrojo optimizacinio modelio atveju BEKS uždarbis per tą patį 202 parų laikotarpį siekė 1,288 mln. eurų, t. y. buvo mažesnis nei pirmojo modelio atveju. Pelningiausias mėnuo buvo spalio mėnuo, kai BEKS uždirbo 319,420 tūkst. eurų, kaip tai pavaizduota 18 pav..



18 pav. BEKS mėnesinės pajamos teikiant pasiūlymus pajėgumų ir dienos prieš rinkose

Kaip ir pirmojo optimizacinio modeli atveju atsitiktinai pasirinkta diena – 2024-09-18, kuri atskleidžia BEKS veikimo scenarijų pagal optimizacinį modelį. Tą dieną kaupimo įrenginys eksploatavimą pradėjo esant minimaliam įkrovos lygiui – 10 %, todėl modelis turėjo identifikuoti optimalų momentą įkrauti sistemą kuo naudingesnėmis sąlygomis. Sprendimas įkrauti buvo priimtas 4 valandą, pasinaudojant aFRR žemyn rinka, kuri tuo metu mokėjo 16,37 €/MWh, tad BEKS uždirbo už kiekvieną įkrautą energijos megavatvalandę. Vėliau, 19 valandą optimizacinis modelis nusprendė realizuoti sukauptą energiją dienos prieš rinkoje, kur buvo fiksuota aukščiausia paros kaina – 120,09 €/MWh. Tokia seka leido išnaudoti susidariusias rinkos sąlygas maksimaliai efektyviai. Tą dieną BEKS uždirbo 6,354 tūkstančius eurų, o visa veiklos eiga detalai pavaizduota 19 pav.



19 pav. Detalus BEKS veikimas 2024-09-18 (veikiant pajėgumų ir dienos prieš rinkose)

4.2. Ekonominiai skaičiavimai

Remiantis 4.1 poskyryje pateiktais optimizacinio modelio rezultatais, galima atlikti preliminarius ekonominius skaičiavimus. Pirmiausia apskaičiuojamos metinės pajamos, darant prielaidą, kad per 202 dienas sugeneruotos pajamos pasiskirsto tolygiai. Dalyjant bendrąsias pajamas iš 202 dienų gaunama vidutinė paros pajamų reikšmė, kuri leidžia įvertinti, kiek BEKS vidutiniškai uždirba per vieną dieną. Ši reikšmė vėliau padauginama iš 365, kad būtų galima prognozuoti apytiksles metines pajamas. Gautieji rezultatai pateikiami **5 lentelėje**.

5 lentelė. BEKS pajamų lentelė (2 scenarijai)

Optimizacinio modelio atvejis	Pajamos per 202 dienas (€)	Vidutinės dienos pajamos (€)	Metinės pajamos (€)
1 modelis (energijos rinka)	2 546 000	12 598	4 598 770
2 modelis (pajėgumų rinka)	1 288 000	6 376	2 326 240

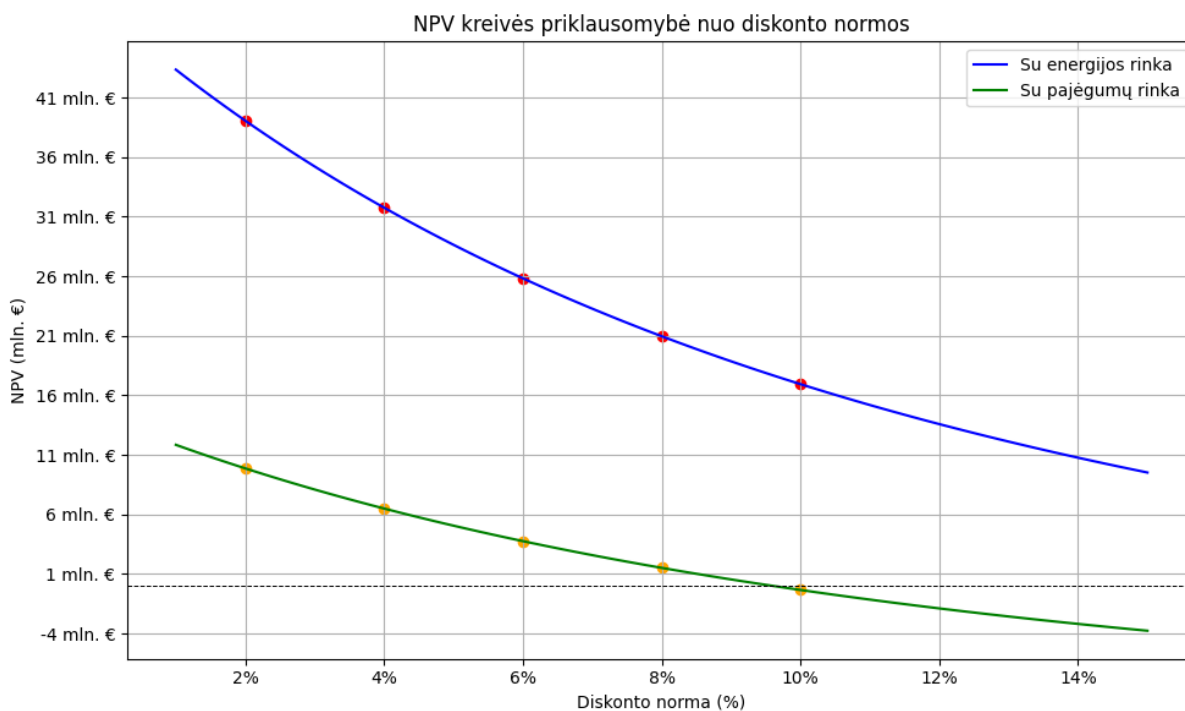
4.2.1. Grynoji dabartinė vertė

Remiantis atliktais skaičiavimais, 15 metų eksploatacijos laikotarpiui buvo apskaičiuota grynoji dabartinė vertė (NPV) dviem skirtingais scenarijais – pirmuoju atveju, kai BEKS gauna pajamas tik iš energijos arba dienos prieš rinkos, ir scenarijumi su dienos prieš ir pajėgumų rinka. Skaičiavimai atlikti taikant skirtingas diskonto normas – 6 %, 8 % ir 10 %.

Rezultatai parodė, kad:

- Pirmuoju scenarijumi NPV išlieka teigiama visais diskonto normų lygiais ir svyruoja nuo 25,8 mln. € (esant 6 % diskonto normai) iki 16,9 mln. € (esant 10 % diskonto normai).
- Antruoju scenarijumi NPV reikšmės yra žymiai mažesnės – esant 10 % diskonto normai ji tampa neigiama (–0,35 mln. €), o tai rodo, kad šis veiklos modelis gali būti rizikingas investuotojui esant didesnėms kapitalo sąnaudoms.

Detalūs rezultatai pateikiami 20 pav. ir **6 lentelėje**.



20 pav. NPV priklausomybė nuo diskonto normos

6 lentelė. Grynosios dabartinės vertės rezultatai taikant skirtingas diskonto normas

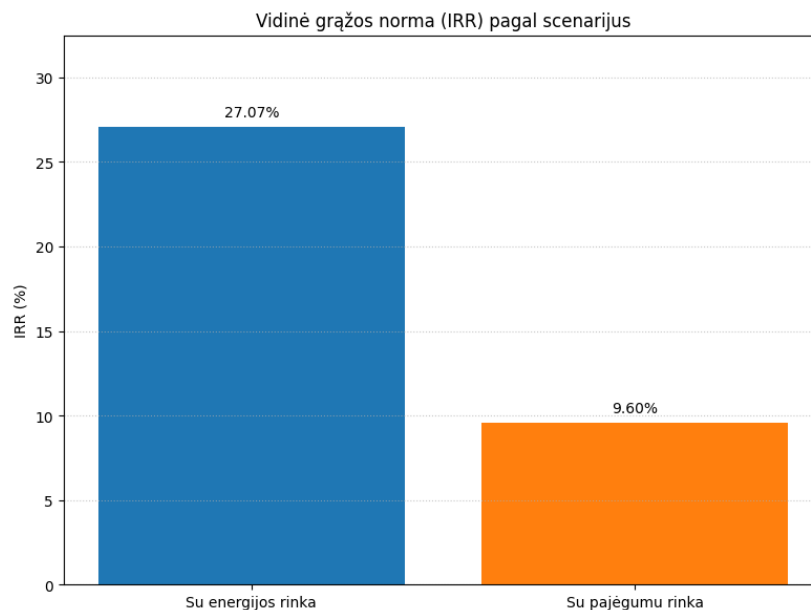
Scenarijaus numeris	Diskonto norma (%)	NPV (mln. €)
1	6	25.824
1	8	20.960
1	10	16.937
2	6	3.753
2	8	1.059
2	10	-0.348

4.2.2. Vidinė gražos norma

Atliekant investicijų vertinimą, buvo apskaičiuota IRR dviem skirtingiems BEKS eksploatavimo scenarijams (analogiškai NPV atveju). Šis rodiklis parodo, kokia yra maksimali diskonto norma, prie kurios investicija dar išlieka pelninga, t. y. kai $NPV = 0$.

- Pirmuoju scenarijumi, kuriame pajamos gaunamos iš dienos prieš ir energijos rezervų rinkos, pasižymi aukšta vidine gražos norma – 27,07 %. Tai rodo labai gerą investicinį potencialą – investicija atsiperka greitai ir generuoja didelį pelningumą. Įprastai verslo praktikoje investicija laikoma patrauklia, jei IRR viršija 10–12 %, tad ši reikšmė žymiai viršija standartinį lūkestį.
- Tuo tarpu antrasis scenarijus turi gerokai mažesnę IRR – 9,60 %. Nors ji vis dar teigiama, tai jau yra ribinė vertė, kuri gali būti per maža investuotojams, turintiems aukštesnę reikalaujamą kapitalo gražos lygį (pvz., 10–12 %). Tokia IRR rodo, kad investicija yra rizikingesnė ir gali būti priimtina tik su papildomomis subsidijomis ar garantijomis.

Detalūs rezultatai pateikiami 21 pav.



21 pav. Vidinė gražos norma pagal du skirtingus scenarijus

Atsižvelgiant į apskaičiuotą metinį grynąjį pinigų srautą, buvo įvertintas ir preliminarus investicijų atsipirkimo laikotarpis. Pirmuoju atveju investicija atsiperka per maždaug 3,3 metų, o pajėgumų rinkos scenarijuje – per apie 6,6 metų. Šie rezultatai yra suderinami su apskaičiuota IRR reikšme: kuo trumpesnis atsipirkimo laikotarpis, tuo aukštesnė vidinė gražos norma. Atsipirkimo vertės buvo skaičiuojamos paprastu metodu, neatsižvelgiant į diskontavimą.

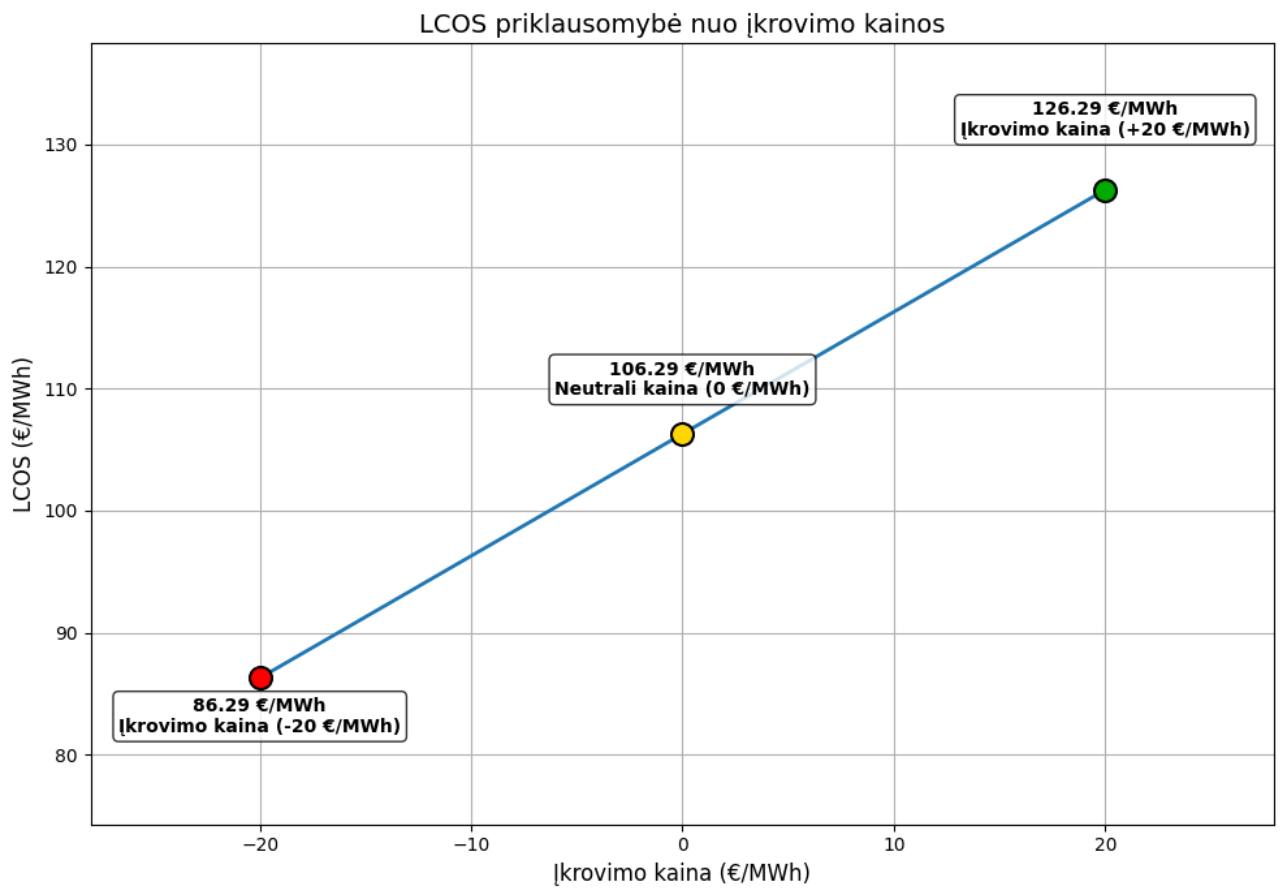
4.2.3. Energijos kaupimo svertiniai kaštai

Atlikus analizę buvo apskaičiuoti energijos kaupimo svertiniai kaštai, kurie parodo, kiek vidutiniškai kainuoja 1 MWh energijos iš BEKS per visą jos eksploatacijos laikotarpį. Skaičiavimai buvo atlikti remiantis vertėmis nurodytomis **4 lentelėje**.

Rezultatai parodė, kad:

- Esant 0 €/MWh įkrovimo kainai, LCOS sudarė ~106,29 €/MWh.
- Jei BEKS būtų mokama už įkrovimą – 20 €/MWh, LCOS sumažėja iki ~86,29 €/MWh.
- Jei įkrovimas kainuotų 20 €/MWh, LCOS padidėja iki ~126,29 €/MWh.

Tai rodo, jog energijos kaina įkrovimui turi didelę įtaką BEKS sistemos savikainai. Mažesnė įkrovimo kaina (arba papildomos pajamos) žymiai pagerina technologijos konkurencingumą, tuo tarpu brangesnis įkrovimas smarkiai padidina sistemos sąnaudas vienam iškrovimo vienetui.



22 pav. LCOS priklausomybė nuo įkrovimo kainos

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę, buvo identifikuotos pagrindinės elektros kaupimo įrenginių technologijos bei jų taikymo galimybės elektros ir rezervinių paslaugų rinkose. Nustatyta, kad šiuo metu ekonomiškai ir technologiškai efektyviausia technologija yra ličio jonų baterijos, kurios dėl savo lankstumo ir greito reagavimo geba teikti tiek elektros arbitražo, tiek dažnio palaikymo paslaugas. Kitų rūšių kaupimo įrenginiai, tokie kaip šiluminiai ar mechaniniai, dažnai pasižymi mažesniu energijos konversijos efektyvumu arba reikalauja specifinių eksploatacijos sąlygų (pvz., geografinės vietos, didelių patalpų), o vandenilio ir cheminių kaupimo sprendimų trūkumas – didelės investicijų sąnaudos bei sudėtinga technologinė integracija, kuri riboja jų konkurencingumą šiuo metu.
2. Naudojant istorinius Suomijos elektros rinkos duomenis, buvo sukurtas matematinis optimizavimo modelis, leidžiantis simuliuoti 50 MW / 50 MWh BEKS veiklą. Modelis atsižvelgia į techninius apribojimus (SOC, galios ribas, paros ciklą) ir leidžia rasti optimalų sprendimą kada, kiek ir kur prekiauti, siekiant maksimalizuoti pajamas.
3. Atlikus ekonominę vertinimą, apskaičiuoti pagrindiniai investicinės grąžos rodikliai – NPV, IRR, LCOS – abiem tiriamais scenarijais. Pirmasis scenarijus, kai BEKS veikia energijos ir dienos prieš rinkose, pasižymi aukšta investicine grąža – IRR siekia 27,07 %, atsipirkimas įvyksta per ~3,3 metų, o NPV svyruoja nuo 16,9 iki 25,8 mln. €, priklausomai nuo diskonto normos. Antrasis scenarijus, apimantis pajėgumų ir dienos prieš rinkas, yra mažiau pelningas – IRR 9,6 %, atsipirkimo laikotarpis ~6,6 metų, o NPV mažėja ar tampa neigiamas.
4. Modeliavimo rezultatai parodė, kad sukurtas optimizavimo modelis efektyviai taikomas BEKS veiklos planavimui realiomis rinkos sąlygomis, įvertinant techninius ribojimus ir kainų svyravimus. LCOS analizė atskleidė, kad įkrovimo kaina daro lemiamą įtaką sistemos efektyvumui – savikaina gali svyruoti nuo ~86 iki 126 €/MWh. Tai pabrėžia lankstaus veikimo modelio svarbą, siekiant maksimalios ekonominės naudos skirtinguose rinkos scenarijuose.

Literatūros sąrašas

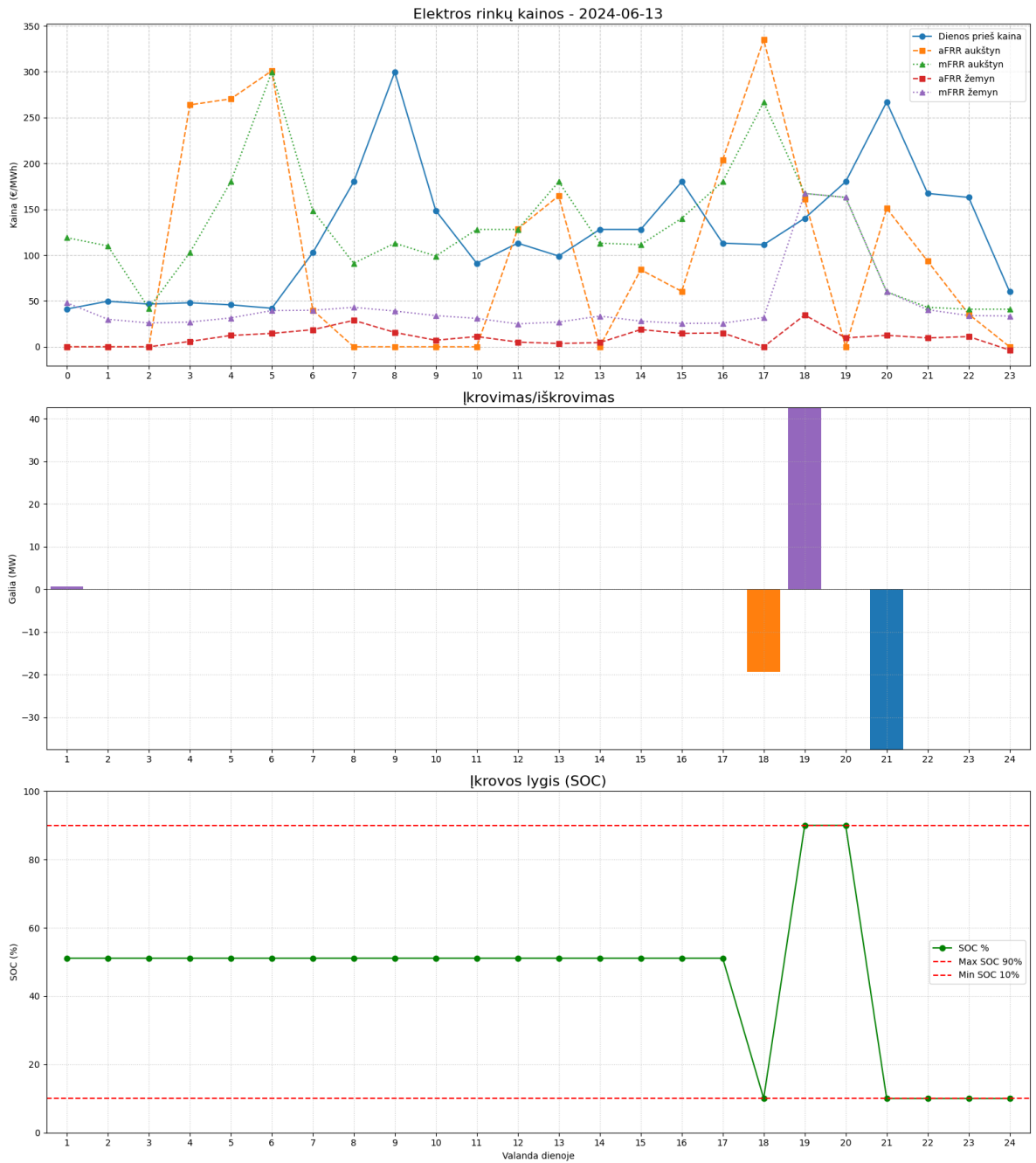
1. WÜLLNER, J., REINERS N., MILLET L., ir kt. Review of Stationary Energy Storage Systems Applications, Their Placement, and Techno-Economic Potential. PDF: Interaktyvus (2021). Prieiga per: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40518-021-00188-2>. [žiūrėta 2024-05-17].
2. Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija. PDF: Interaktyvus (2024). Prieiga per: <https://enmin.lrv.lt/media/viesa/saugykla/2024/3/17mjmlMXyjE.pdf>. [žiūrėta 2024-05-17].
3. RAHMAN M., ABAYOMI O.O. ir kt. Assessment of energy storage technologies: A review. PDF: Interaktyvus(2020).Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890420308347?fr=RR2&ref=pdf_download&rr=89199e72c9ff7120. [žiūrėta 2024-05-11].
4. *Eurpoean Association for Storage of Energy*. Interneto puslapis. Prieiga per: <https://easestorage.eu/energy-storage/technologies/>. [žiūrėta 2024-05-11].
5. MITALI J., DHINAKARAN S., ir kt. Energy Storage and Saving. PDF: Interaktyvus (2022). Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277268352200022X>. [žiūrėta 2024-06-10].
6. NIKOLAIDIS P., ir ANDREAS P. A comparative overview of hydrogen production processes. PDF: Interaktyvus (2017) Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116305366>. [žiūrėta 2024-05-11].
7. Global Battery Alliance. A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation. PDF: Interaktyvus(2019)Prieiga per:https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf. [žiūrėta 2024-05-11].
8. *Eurpoean Association for Storage of Energy*. Chemical Energy Storage. PDF: Interaktyvus (2016) Prieiga per:https://easestorage.eu/wpcontent/uploads/2016/03/EASE_TD_Hydrogen.pdf. [žiūrėta 2024-05-11].
9. *Eurpoean Association for Storage of Energy*. Electrochemical Energy Storage. PDF: Interaktyvus (2016) Prieiga per: https://easestorage.eu/wpcontent/uploads/2016/03/EASE_TD_LiIon.pdf. [žiūrėta 2024-05-11].
10. Vandensilio plėtros Lietuvoje 2024–2050 m. gairės. PDF: Interaktyvus (2024) Prieiga per: <https://enmin.lrv.lt/media/viesa/saugykla/2024/4/ZNrRbiZ96Hs.pdf>. [žiūrėta 2024-05-11].
11. Henok A.B., Maarten M., Thierry C., ir kt. A Review of Energy Storage Technologies' Application Potentials in Renewable Energy Sources Grid Integration. PDF: Interaktyvus (2020) Prieiga per: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10511>. [žiūrėta 2024-05-11].
12. Jose D., Jhonatan M., ir kt. Battery energy storage systems (BESS) state of the art. PDF: Interaktyvus (2021). Prieiga per: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1091/1/012001/meta>. [žiūrėta 2024-06-10].
13. Tarptautinė atsinaujinančių energijos išteklių agentūra. Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030. PDF: Interaktyvus (2017) Prieiga per: <https://www.irena.org/publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets>. [žiūrėta 2024-05-11].
14. „Elering AS“ „AS Augstsprieguma tīkls“ ir „LITGRID AB“. Baltic LFC block FRR dimensioning forecast2025-2032. PDF: Interaktyvus (2023) Prieiga per: https://www.litgrid.eu/uploads/files/dir702/dir35/dir1/0_0.php. [žiūrėta 2024-05-11].

15. „Litgrid AB“. Nauja balansavimo pajėgumų rinka. Interneto puslapis. Prieiga per: <https://www.litgrid.eu/index.php/elektros-rinka/balansavimo-rinka/nauja-balansavimo-pajegumu-rinka/32171>. [žiūrėta 2024-05-11].
16. Leonardo M., The Evolution of Electricity Markets in Europe. . PDF: Interaktyvus. Prieiga per: [The Evolution of Electricity Markets in Europe | Elgar Online: The online content platform for Edward Elgar Publishing](#). [žiūrėta 2024-01-02].
17. Iain S., ir Mazda R. Maximising the value of electricity storage. . PDF: Interaktyvus (2016). Prieiga per: Maximising the value of electricity storage - ScienceDirect. [žiūrėta 2025-01-02].
18. Dheepak K., Canan U., Zhi Z., ir kt. Energy Storage Arbitrage Under Day-Ahead and Real-Time Price Uncertainty. PDF: Interaktyvus (2022). Prieiga per: <https://www.osti.gov/pages/servlets/purl/1358239>. [žiūrėta 2025-01-02].
19. „National Energy technology Laboratory“ ir „U.S. Department of Energy“. Chemical energy storage. PDF: Interaktyvus (2024). Prieiga per: <https://www.collegesidekick.com/study-docs/1877405> . [žiūrėta 2024-05-11].
20. Bynum M. L., Hachebeil G. A., ir kt. Pyomo – Optimization Modelling in Python. PDF: Interaktyvus (2021). Prieiga per: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-68928-5>. [žiūrėta 2025-05-02].
21. Paredes A., ir Aguado Jose A. Revenue stacking of BESSs in wholesale and aFRR markets with delivery guarantees. PDF: Interaktyvus (2024). Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378779624005194>. [žiūrėta 2025-05-02].
22. Mora Anders C., Montoya Oscar D., ir kt. Mixed-Integer Programming Model for Transmission Network Expansion Planning with Battery Energy Storage Systems (BESS). PDF: Interaktyvus (2020). Prieiga per: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/17/4386>. [žiūrėta 2025-05-02].
23. World Bank Group. Economic Analysis of Battery Energy Storage Systems. PDF: Interaktyvus (2020). Prieiga per: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/9bd48668-674b-5059-b496-022e5a27d232>. [žiūrėta 2025-05-02].
24. Junior Rotella P., Rocha Souza Celio L. ir kt. Economic Analysis of the Investments in Battery Energy Storage Systems: Review and Current Perspectives. PDF: Interaktyvus (2021). Prieiga per. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/9/2503>. [žiūrėta 2025-05-02].
25. Peng C.Y., Kuo C. C., ir kt. Optimal Configuration with Capacity Analysis of PV-Plus-BESS for Behind the Meter Application. PDF: Interaktyvus (2021). Prieiga per: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/17/7851>. [žiūrėta 2025-05-02].
26. Bobinaite V., ir Konstantinavičiūtė I. Impact of Financing Instruments and Strategies on the Wind Power Production Costs: A Case of Lithuania. PDF: Interaktyvus (2018). Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/325328030_Impact_of_Financing_Instruments_and_Strategies_on_the_Wind_Power_Production_Costs_A_Case_of_Lithuania. [žiūrėta 2025-05-02].
27. Cristea M., Tirmovan R.A. , ir kt. Levelized cost of storage (LCOS) analysis of BESSs in Romania. PDF: Interaktyvus (2022). Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221313882200683X>. [žiūrėta 2025-05-02].

28. Nacionalinės atsinaujinančios energijos laboratorijos ataskaita. PDF: Interaktyvus (2023). Prieiga per: <https://www.nrel.gov/docs/fy24osti/87724.pdf>. [žiūrėta 2025-05-01].
29. Shruti Deorah M., Abhyanakar N. ir kt. Estimating the Cost of Grid-Scale Lithium-Ion Battery Storage in India. PDF: Interaktyvus (2020). Prieiga per: <https://emp.lbl.gov/publications/estimating-cost-grid-scale-lithium>. [žiūrėta 2025-05-02].
30. Verslo žinios. Interneto puslapis .Prieiga per: <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2023/10/18/keturi-energy-cells-bateriju-parkai-pradeda-veikti-visa-200-mw-galia>. [žiūrėta 2025-05-02].
31. Florence school of regulation. Interneto puslapis . Prieiga per: [Electricity markets in the EU - Florence School of Regulation](#). [žiūrėta 2025-05-02]
32. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. Interneto puslapis. Prieiga per: [Elektros energijos rinka - Lietuvos Respublikos energetikos ministerija](#). [žiūrėta 2025-05-02].
33. Entso E. PDF. Interaktyvus. Prieiga per: [SDAC 15 min Products - Updated Go-Live Plan.pdf](#). [žiūrėta 2025-05-02].
34. Litgrid. Interneto puslapis. Prieiga per: <https://www.litgrid.eu/index.php/sistemas-duomenys/79>. [žiūrėta 2025-05-02].
35. GLPK. Interneto puslapis. Prieiga per: <https://www.gnu.org/software/glpk/glpk.html>. [žiūrėta 2025-05-02].
36. Svenska Kraftnat. Prieiga per: https://www.svk.se/siteassets/omos/rapporter/2023/svk_ngpd2023.pdf. [žiūrėta 2025-05-02].
37. Litgrid. Interneto puslapis. Prieiga per: <https://www.litgrid.eu/index.php/elektros-rinka/balansavimo-rinka/baltijos-saliu-balansavimo-planas/31648>. [žiūrėta 2025-05-02].
38. Energy storage news. Interneto puslapis. Prieiga per: <https://www.energy-storage.news/bess-prices-in-us-market-to-fall-a-further-18-in-2024-says-cea/>. [žiūrėta 2025-05-02].

Priedai

1 priedas. Detalūs BEKS optimizavimo rezultatai veikiant balansavimo energijos ir dienos prieš rinkose.



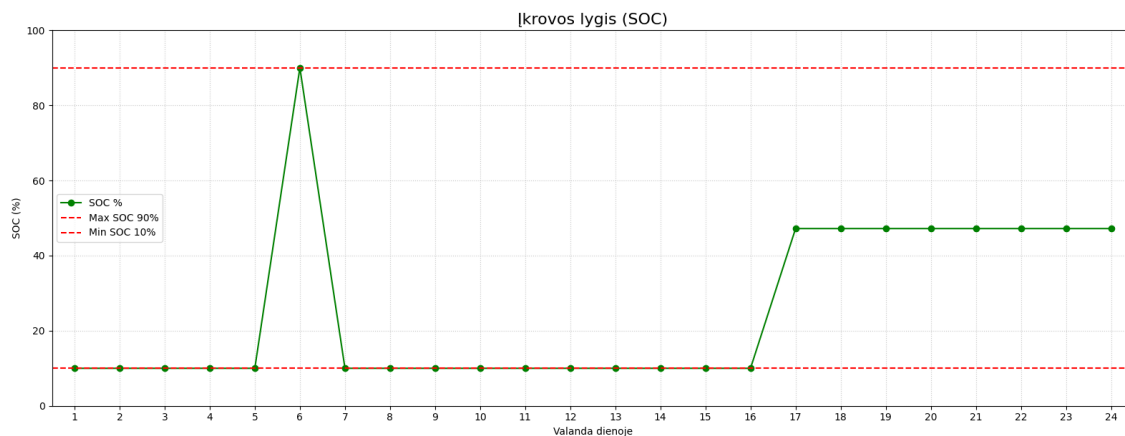
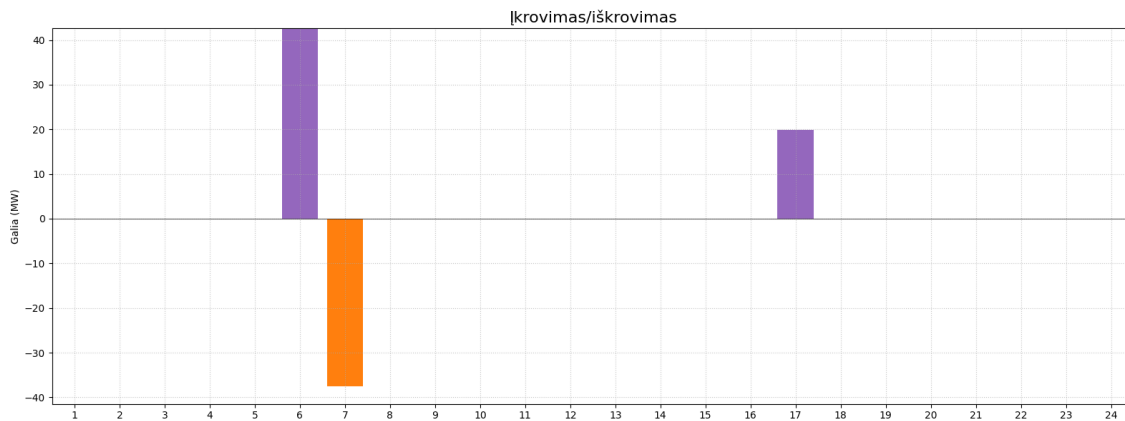
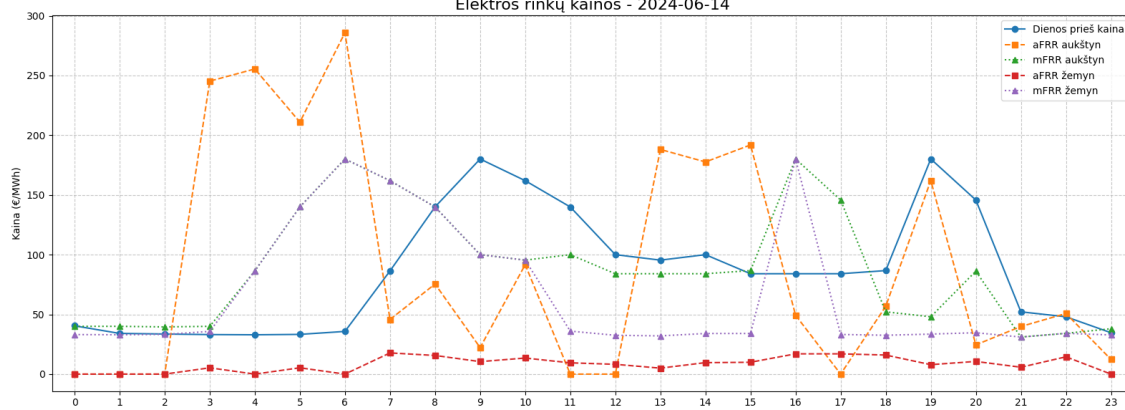
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	41.19	0.0	0.0	119.0	48.0
2.0	49.67	0.0	0.0	110.0	30.0
3.0	46.6	0.0	0.0	42.01	26.0
4.0	48.0	263.85	5.87	102.62	27.0
5.0	45.77	270.4	12.39	180.08	31.5
6.0	42.01	301.0	14.62	299.62	39.5
7.0	102.62	40.0	18.65	148.58	39.83
8.0	180.08	0.0	28.86	91.07	43.0
9.0	299.62	0.0	15.66	113.02	39.0
10.0	148.58	0.0	7.16	98.96	34.0
11.0	91.07	0.0	11.18	128.01	31.0
12.0	113.02	128.56	5.17	128.0	25.0
13.0	98.96	164.72	3.57	180.05	27.0
14.0	128.01	0.0	4.63	113.04	33.52
15.0	128.0	84.09	18.79	111.4	28.0
16.0	180.05	60.39	14.6	140.15	25.48
17.0	113.04	203.77	15.12	180.07	25.78
18.0	111.4	335.0	0.0	266.99	32.0
19.0	140.15	160.86	34.67	167.22	167.22
20.0	180.07	0.0	9.74	162.96	162.96
21.0	266.99	151.04	12.52	60.03	60.03
22.0	167.22	93.36	9.68	43.0	40.43
23.0	162.96	35.6	11.16	41.0	34.07
24.0	60.03	0.0	-3.58	41.0	33.56

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Elektros rinkų kainos - 2024-06-14

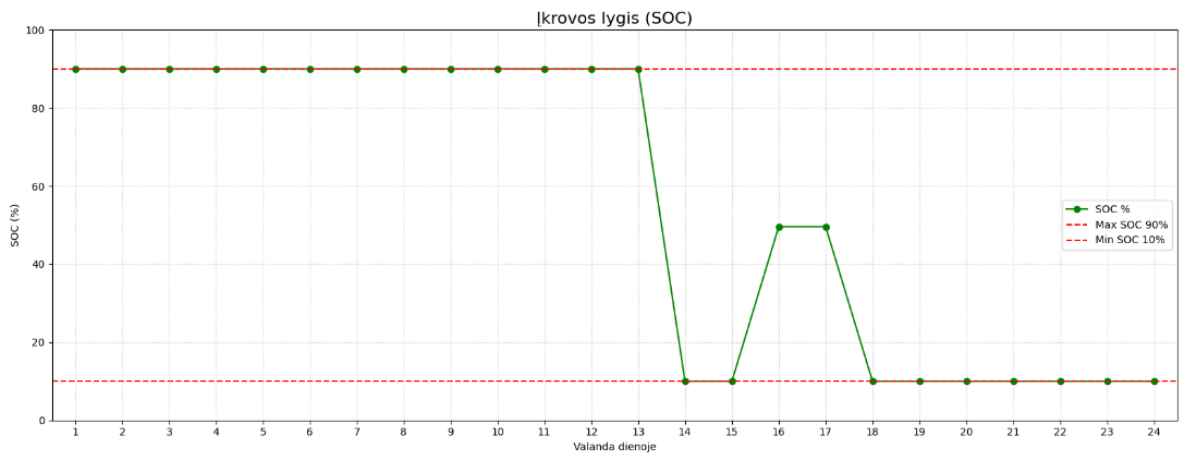
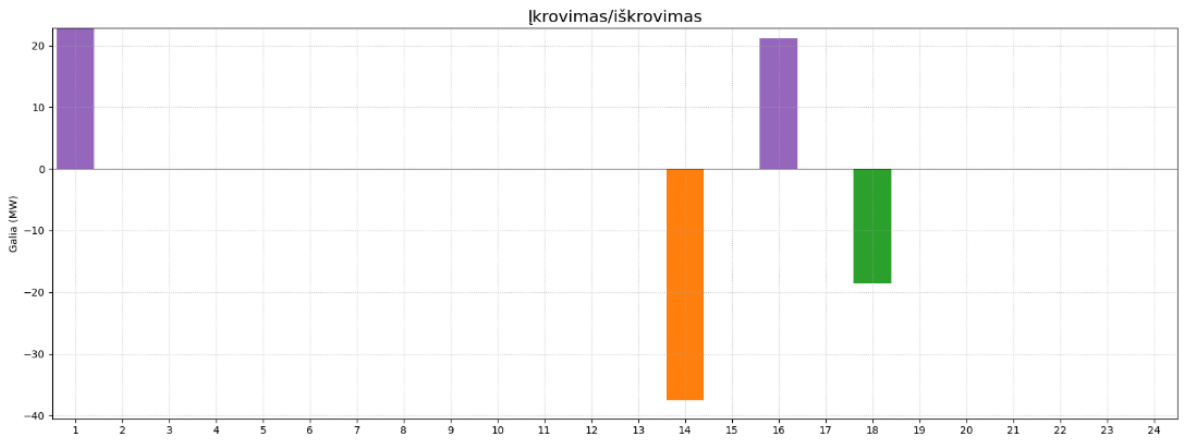
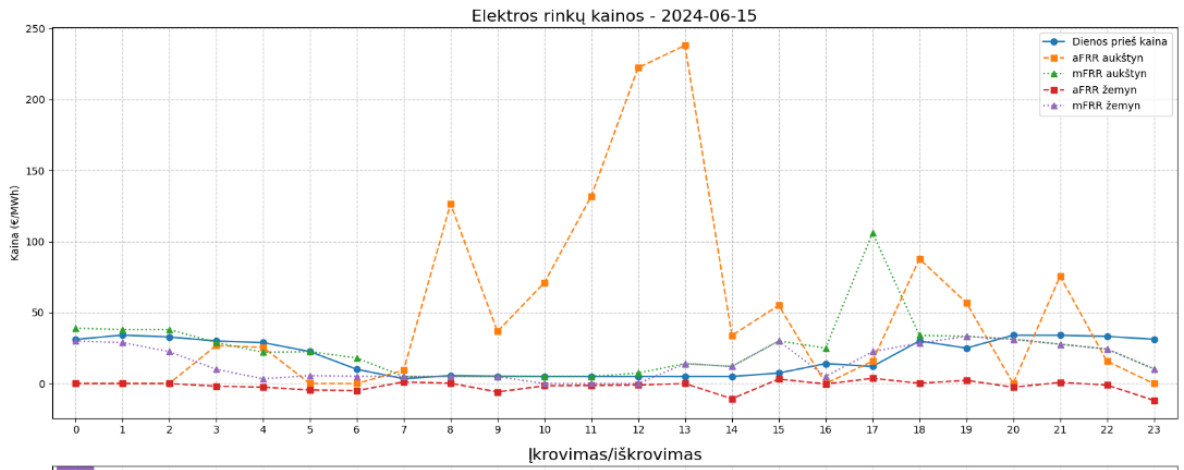


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	40.43	0.0	0.0	40.0	33.1
2.0	34.07	0.0	0.0	40.0	32.92
3.0	33.56	0.0	0.0	39.5	33.26
4.0	33.1	245.26	5.28	40.0	35.74
5.0	32.92	255.43	0.0	86.38	86.38
6.0	33.26	210.94	5.3	139.99	139.99
7.0	35.74	285.83	0.0	180.07	180.07
8.0	86.38	45.78	17.73	161.94	161.94
9.0	139.99	75.39	15.61	139.93	139.93
10.0	180.07	22.18	10.47	100.0	100.0
11.0	161.94	91.63	13.45	95.41	95.41
12.0	139.93	0.0	9.44	99.99	36.0
13.0	100.0	0.0	8.2	84.02	32.5
14.0	95.41	188.06	5.0	84.03	32.0
15.0	99.99	177.6	9.62	84.03	34.0
16.0	84.02	191.84	9.93	86.66	34.0
17.0	84.03	49.25	16.97	180.09	180.09
18.0	84.03	0.0	16.96	145.75	33.19
19.0	86.66	56.7	15.97	52.14	32.53
20.0	180.09	162.04	7.92	48.0	33.5
21.0	145.75	24.49	10.62	86.17	34.64
22.0	52.14	39.87	5.75	31.03	31.03
23.0	48.0	50.74	14.48	34.13	34.13
24.0	34.64	12.28	0.0	38.0	32.79

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

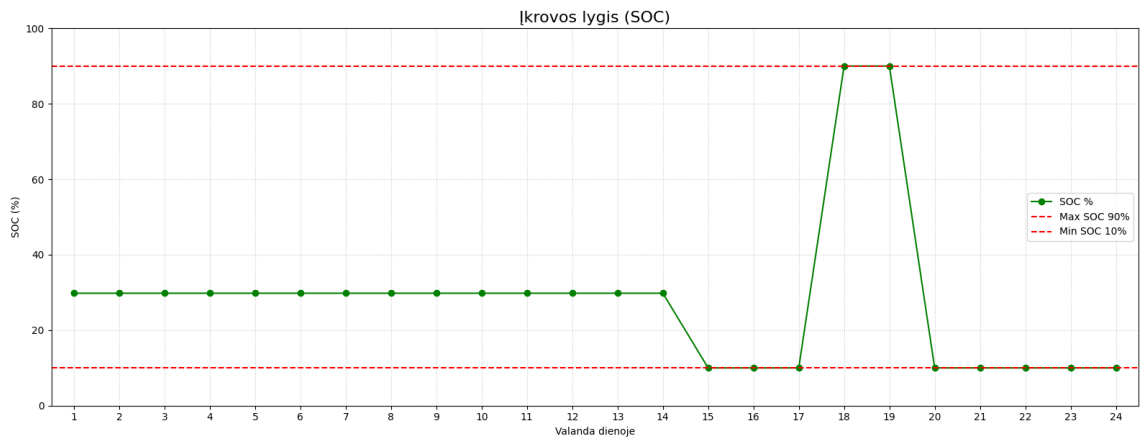
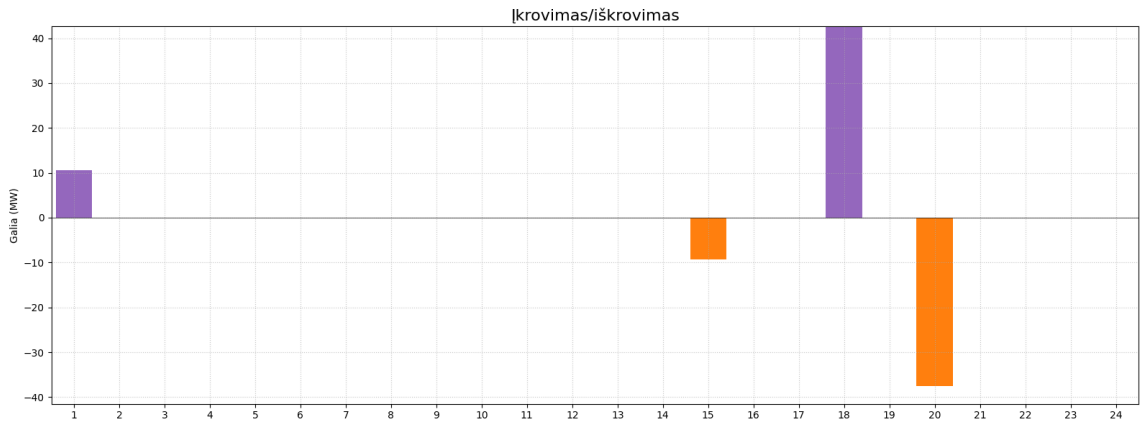
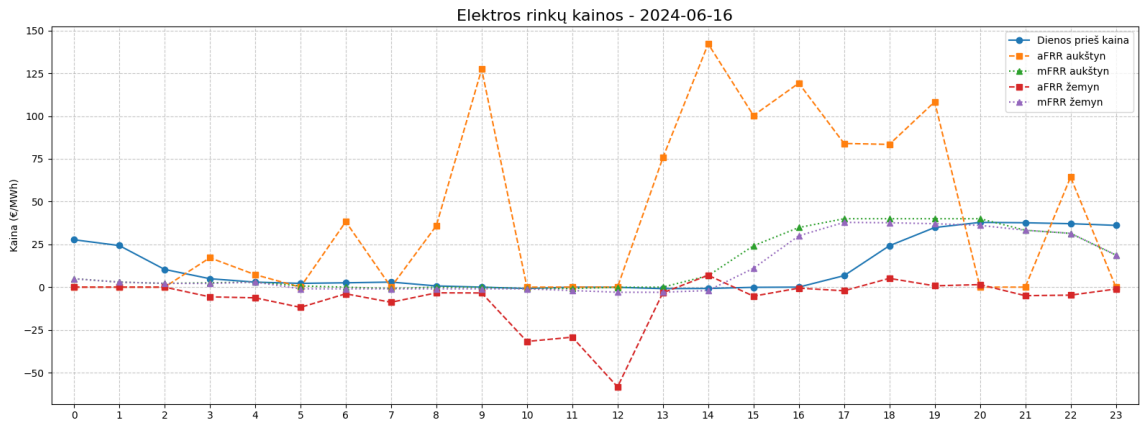


BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	22.8	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	18.6	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	31.03	0.0	0.0	39.0	29.97
2.0	34.13	0.0	0.0	38.0	28.86
3.0	32.79	0.0	0.0	38.0	22.51
4.0	29.97	26.75	-1.81	29.0	10.04
5.0	28.86	25.49	-2.53	22.0	3.41
6.0	22.51	0.0	-4.52	22.5	5.59
7.0	10.04	0.0	-5.0	18.0	5.13
8.0	3.41	9.41	1.18	4.99	4.99
9.0	5.59	126.58	0.23	4.99	4.99
10.0	5.13	36.67	-5.87	4.99	4.99
11.0	4.99	70.94	-1.61	5.0	0.0
12.0	4.99	131.8	-1.32	4.99	0.0
13.0	4.99	222.24	-0.97	7.4	0.0
14.0	5.0	238.05	0.0	14.06	14.06
15.0	4.99	33.86	-10.66	12.06	12.06
16.0	7.4	55.06	3.19	30.0	30.0
17.0	14.06	0.0	-0.31	24.99	5.0
18.0	12.06	15.78	3.71	106.0	22.5
19.0	30.0	87.76	0.23	34.01	28.5
20.0	24.99	56.97	2.29	33.21	33.21
21.0	34.03	0.0	-2.56	31.19	31.19
22.0	34.01	75.48	0.77	27.71	27.71
23.0	33.21	15.77	-1.01	24.31	24.31
24.0	31.19	0.0	-11.81	10.36	10.36



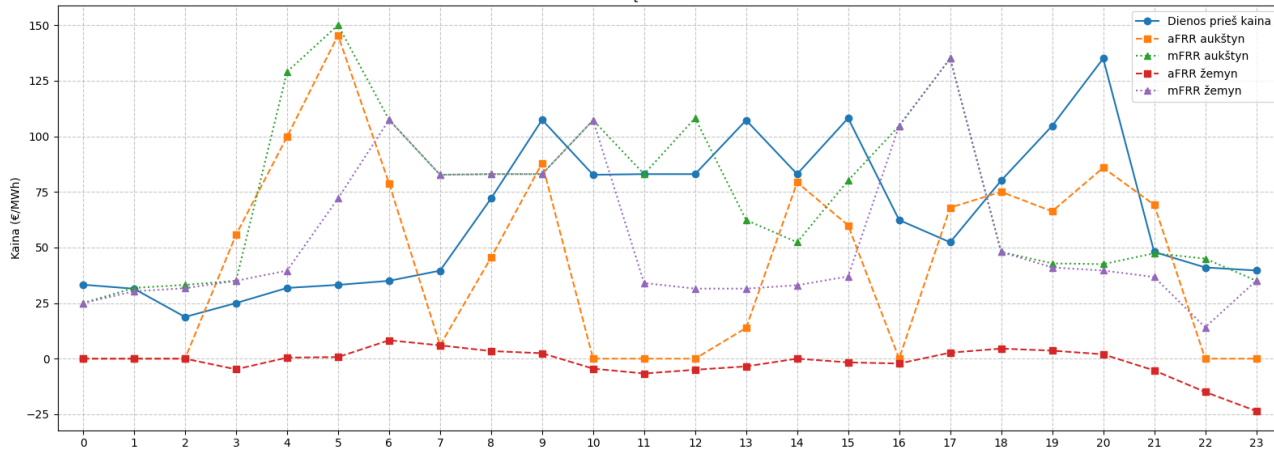
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	27.71	0.0	0.0	4.92	4.92
2.0	24.31	0.0	0.0	2.92	2.92
3.0	10.36	0.0	0.0	2.19	2.19
4.0	4.92	17.17	-5.69	2.53	2.13
5.0	2.92	7.28	-6.25	2.95	2.95
6.0	2.19	0.0	-11.84	0.69	-1.0
7.0	2.53	38.25	-3.9	-0.02	-1.0
8.0	2.95	0.0	-8.86	-0.8	-1.0
9.0	0.69	35.93	-3.34	0.0	-1.0
10.0	-0.02	127.42	-3.42	-0.1	-1.0
11.0	-0.8	0.0	-31.77	-0.89	-1.0
12.0	0.0	0.0	-29.27	-0.8	-2.0
13.0	-0.1	0.0	-58.34	-0.11	-3.0
14.0	-0.89	75.66	-3.29	0.0	-3.0
15.0	-0.8	142.23	6.93	6.7	-2.0
16.0	-0.11	100.33	-5.28	24.19	11.0
17.0	0.0	119.25	-0.61	34.84	30.0
18.0	6.7	84.01	-2.14	40.0	37.85
19.0	24.19	83.44	5.12	40.0	37.63
20.0	34.84	108.35	0.75	40.0	37.09
21.0	37.85	0.0	1.48	40.0	36.11
22.0	37.63	0.0	-5.0	33.26	33.26
23.0	37.09	64.34	-4.68	31.44	31.44
24.0	36.11	0.0	-1.12	18.76	18.76

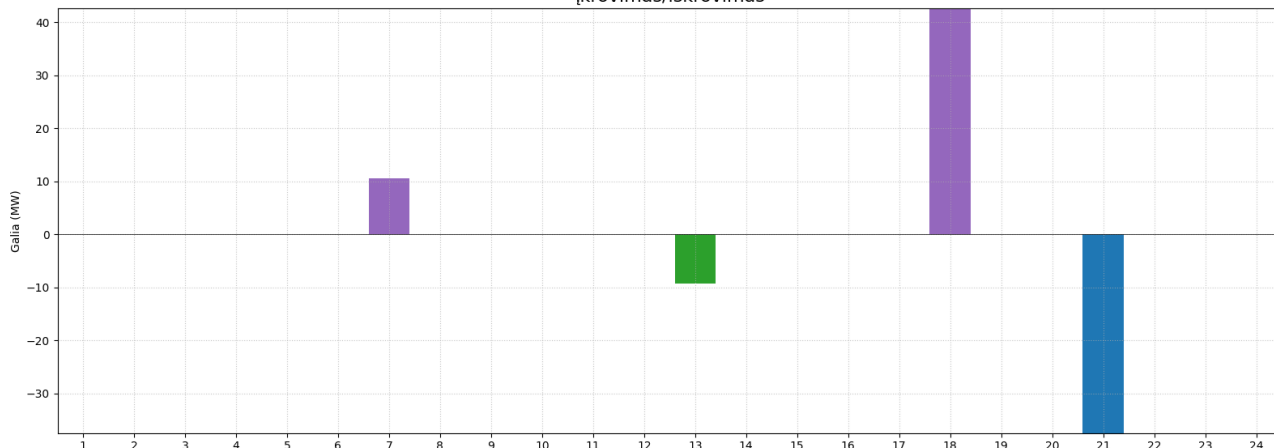
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

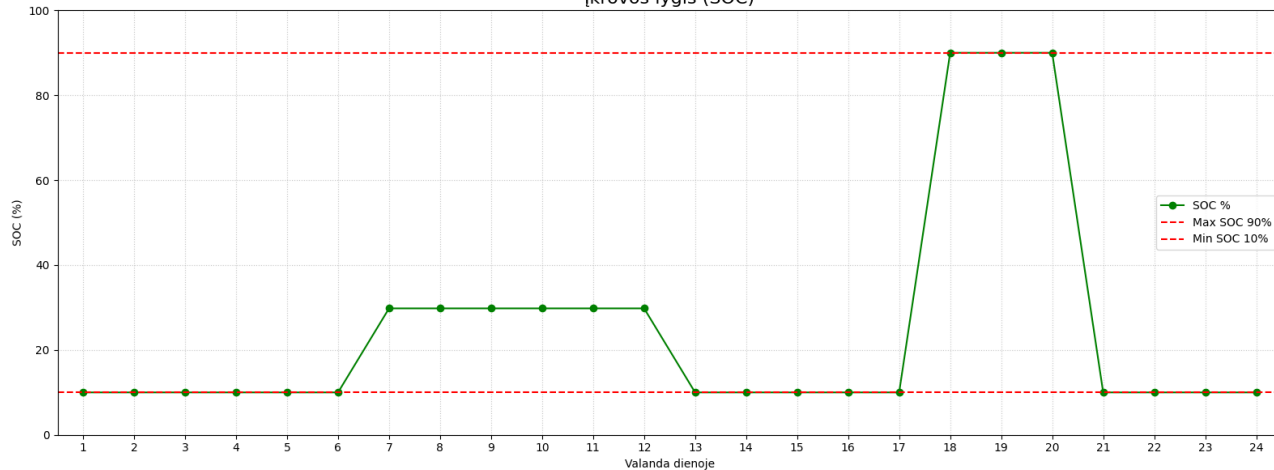
Elektros rinkų kainos - 2024-06-17



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)



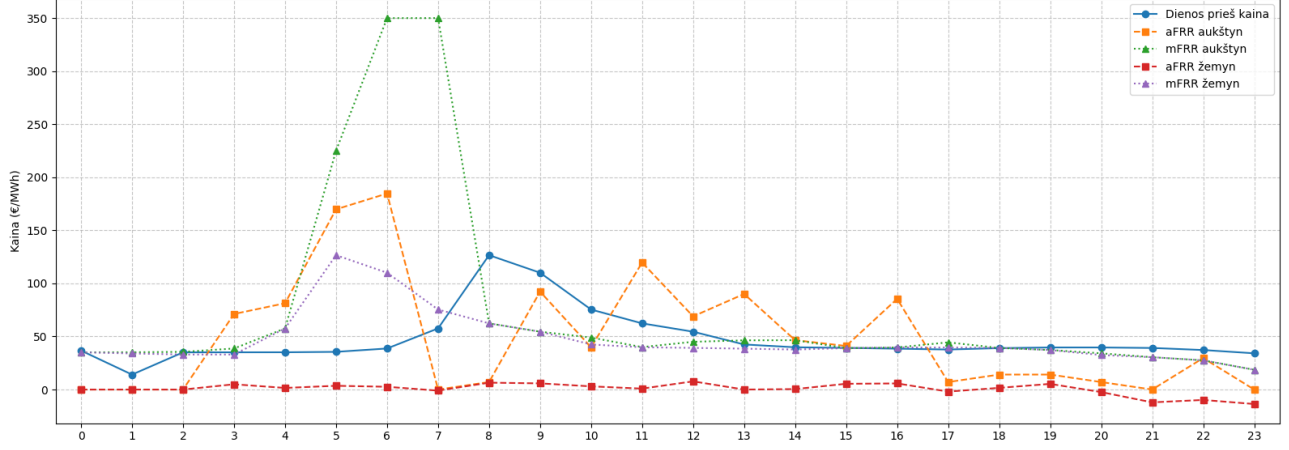
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	33.26	0.0	0.0	25.0	25.0
2.0	31.44	0.0	0.0	31.79	30.29
3.0	18.76	0.0	0.0	33.18	31.68
4.0	25.0	55.7	-4.8	35.0	35.0
5.0	31.79	99.78	0.47	129.0	39.58
6.0	33.18	145.4	0.71	150.0	72.05
7.0	35.0	78.85	8.27	107.41	107.41
8.0	39.58	6.0	5.98	82.69	82.69
9.0	72.05	45.45	3.41	82.99	82.99
10.0	107.41	87.9	2.44	82.99	82.99
11.0	82.69	0.0	-4.48	107.22	107.22
12.0	82.99	0.0	-6.67	83.0	34.0
13.0	82.99	0.0	-5.0	108.16	31.5
14.0	107.22	13.82	-3.47	62.33	31.5
15.0	83.0	79.29	0.0	52.34	33.0
16.0	108.16	59.96	-1.68	80.1	37.0
17.0	62.33	0.0	-2.19	104.71	104.71
18.0	52.34	67.92	2.69	134.97	134.97
19.0	80.1	75.03	4.53	47.98	47.98
20.0	104.71	66.24	3.6	42.85	41.02
21.0	134.97	85.86	1.97	42.5	39.64
22.0	47.98	69.2	-5.29	47.39	36.72
23.0	41.02	0.0	-14.98	45.0	14.09
24.0	39.64	0.0	-23.54	35.05	35.05

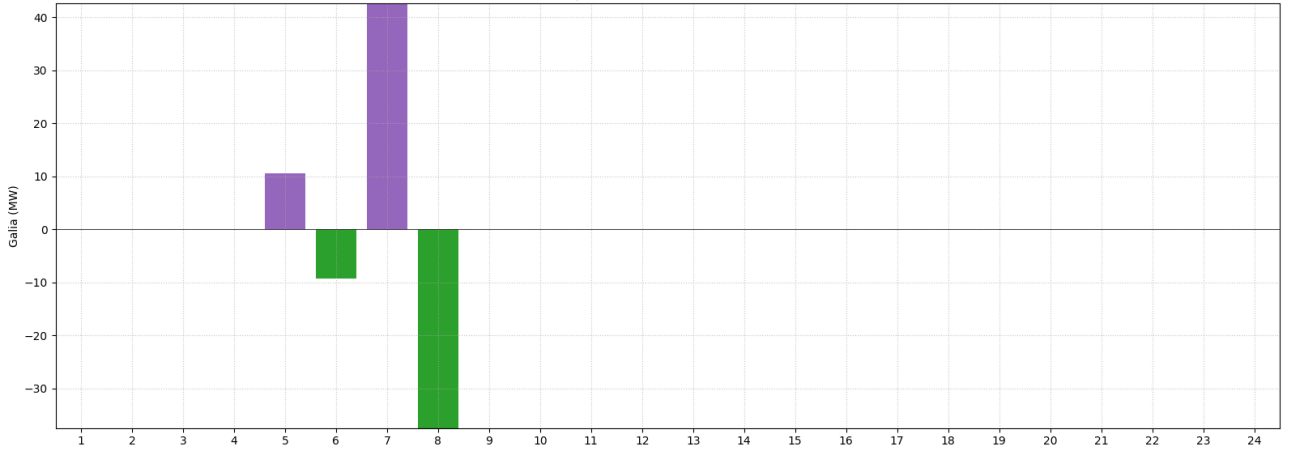
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

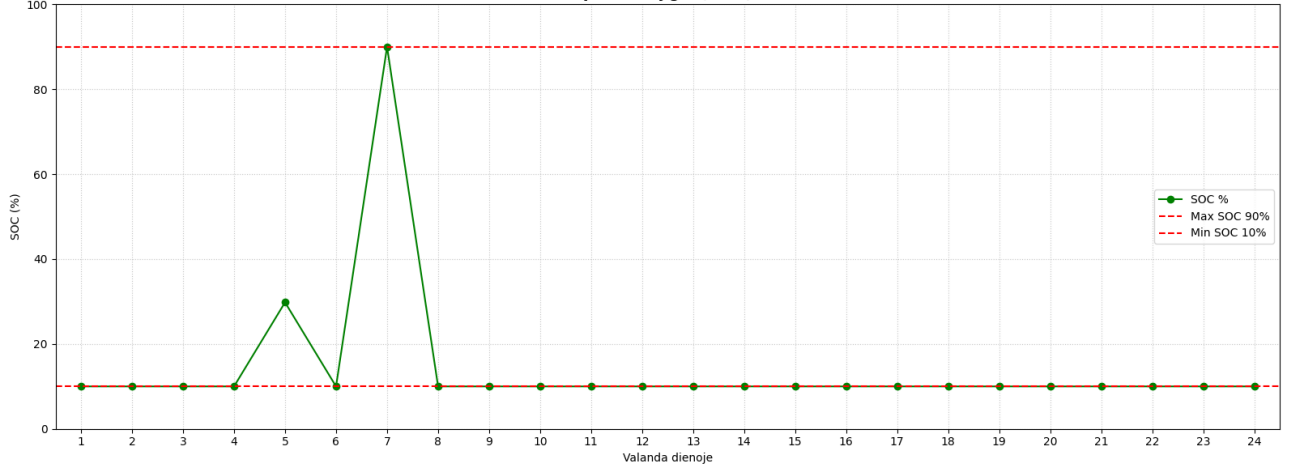
Elektros rinkų kainos - 2024-06-18



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovos lygis (SOC)



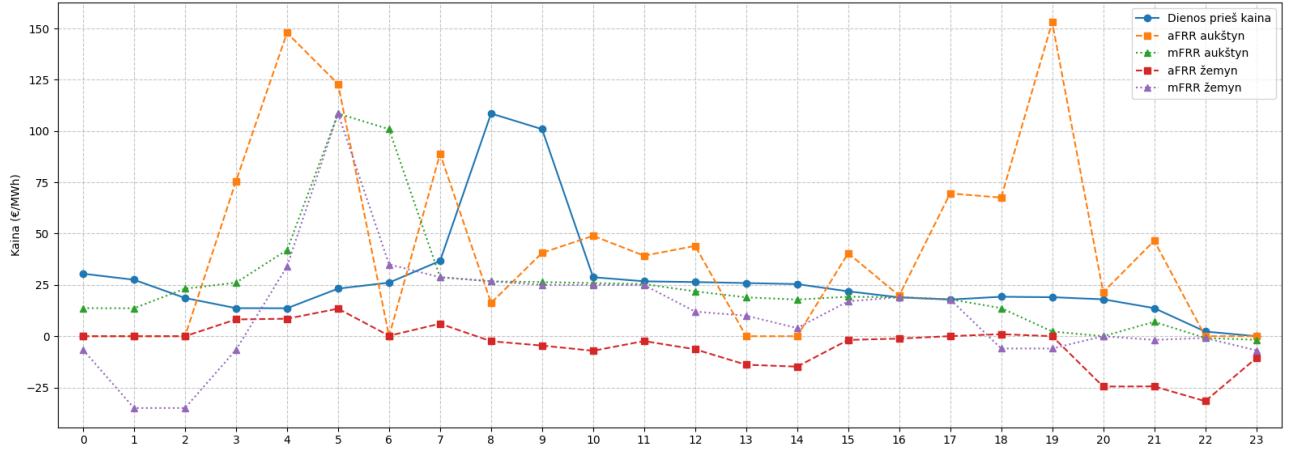
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	36.72	0.0	0.0	35.08	35.08
2.0	14.09	0.0	0.0	35.12	34.0
3.0	35.05	0.0	0.0	35.51	33.0
4.0	35.08	71.2	4.96	38.68	33.0
5.0	35.12	81.31	1.51	57.6	57.6
6.0	35.51	169.8	3.54	225.0	126.62
7.0	38.68	184.72	2.6	350.0	110.06
8.0	57.6	0.0	-1.03	350.0	75.38
9.0	126.62	7.06	6.47	62.36	62.36
10.0	110.06	92.27	5.82	54.5	54.5
11.0	75.38	39.79	3.0	49.0	42.48
12.0	62.36	119.67	0.87	40.0	39.83
13.0	54.5	68.95	7.71	45.0	39.26
14.0	42.48	90.06	0.0	46.37	38.5
15.0	39.83	46.52	0.43	46.49	37.72
16.0	39.26	41.06	5.43	39.02	39.02
17.0	38.5	85.46	5.77	39.66	39.66
18.0	37.72	7.06	-1.94	44.46	39.65
19.0	39.02	14.11	1.58	39.18	39.18
20.0	39.66	14.11	5.33	37.24	37.24
21.0	39.65	7.06	-2.4	34.14	32.5
22.0	39.18	0.0	-12.07	30.47	30.47
23.0	37.24	29.65	-9.8	27.51	27.51
24.0	34.14	0.0	-13.64	18.63	18.63

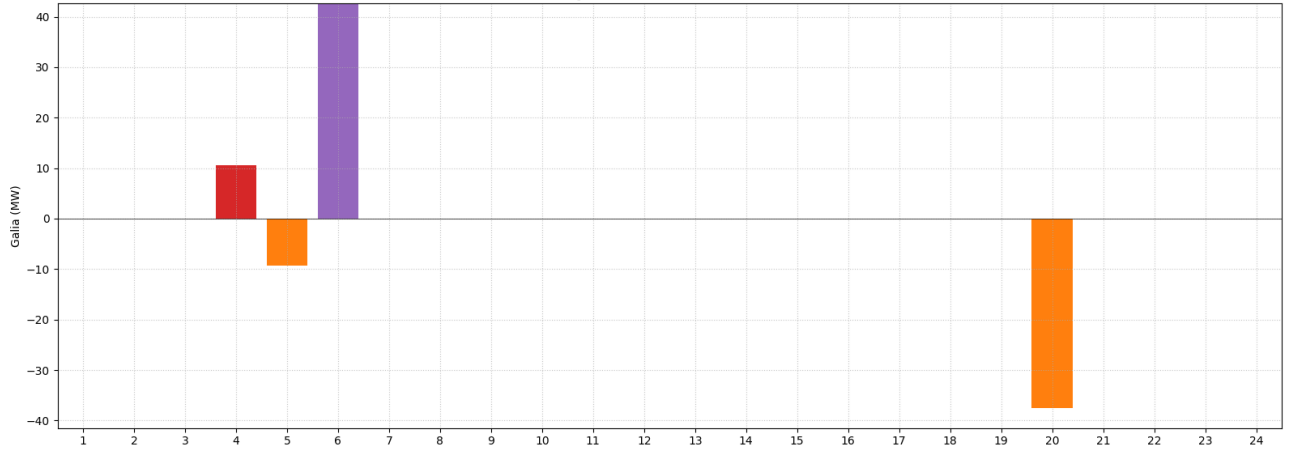
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

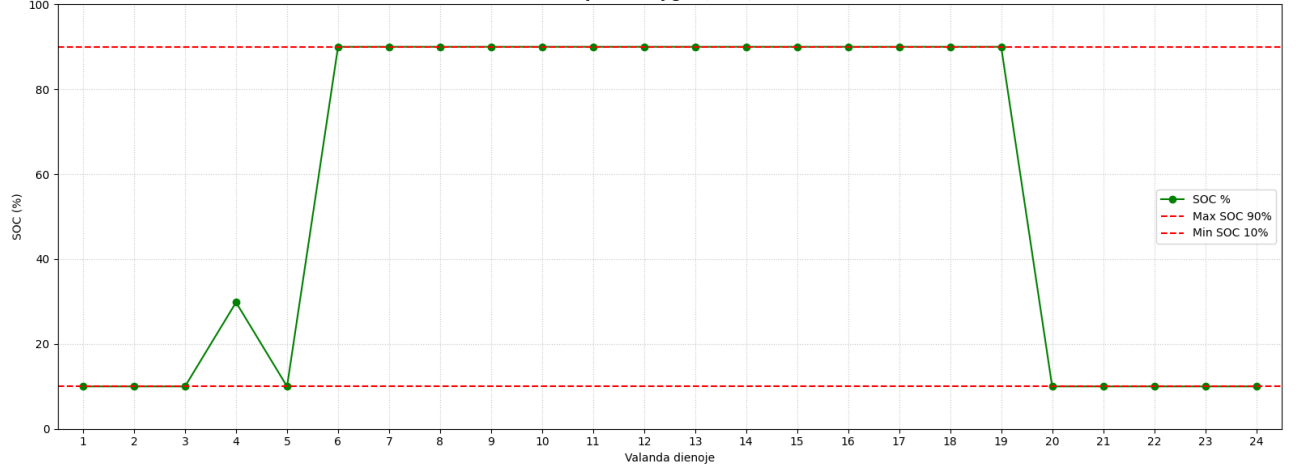
Elektros rinkų kainos - 2024-06-19



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)



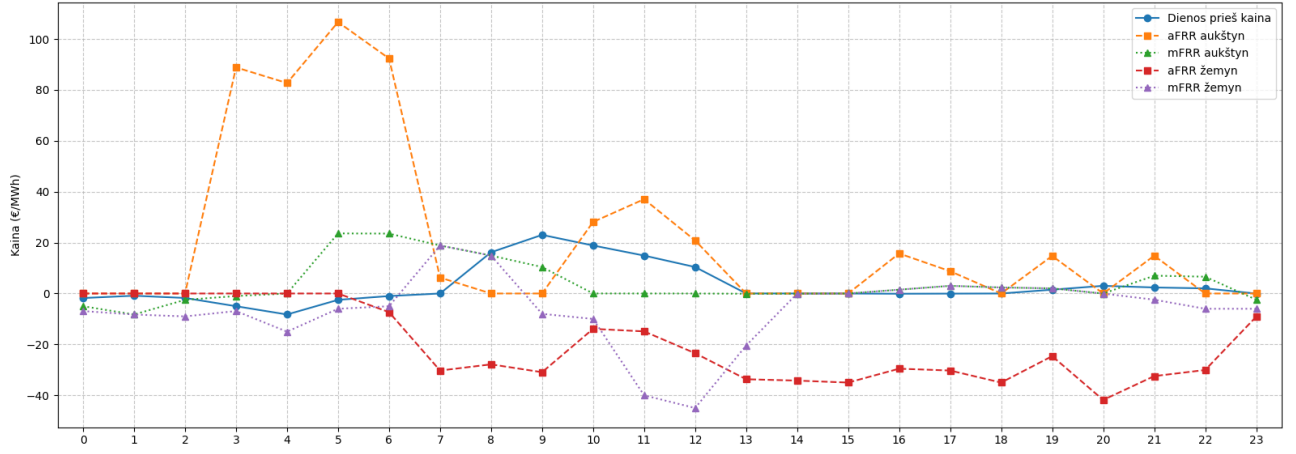
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	30.47	0.0	0.0	13.68	-6.6
2.0	27.51	0.0	0.0	13.62	-35.0
3.0	18.63	0.0	0.0	23.19	-35.0
4.0	13.68	75.63	8.19	26.11	-6.6
5.0	13.62	147.87	8.51	42.0	34.0
6.0	23.19	122.93	13.43	108.55	108.55
7.0	26.11	0.0	0.22	100.9	35.0
8.0	36.71	88.88	6.1	28.76	28.76
9.0	108.55	16.22	-2.46	26.76	26.76
10.0	100.9	40.63	-4.56	26.39	25.0
11.0	28.76	48.92	-7.1	25.91	25.0
12.0	26.76	39.23	-2.37	25.4	24.9
13.0	26.39	44.0	-6.37	21.87	12.0
14.0	25.91	0.0	-13.9	18.95	10.0
15.0	25.4	0.0	-14.83	17.87	4.0
16.0	21.87	40.47	-1.83	19.23	17.0
17.0	18.95	19.76	-1.16	19.01	19.01
18.0	17.87	69.57	0.03	17.99	17.99
19.0	19.23	67.56	1.0	13.69	-6.0
20.0	19.01	153.1	0.0	2.29	-6.0
21.0	17.99	21.43	-24.54	0.0	0.0
22.0	13.69	46.51	-24.45	7.0	-1.79
23.0	2.29	0.0	-31.67	-0.87	-0.87
24.0	0.0	0.0	-10.7	-1.76	-6.9

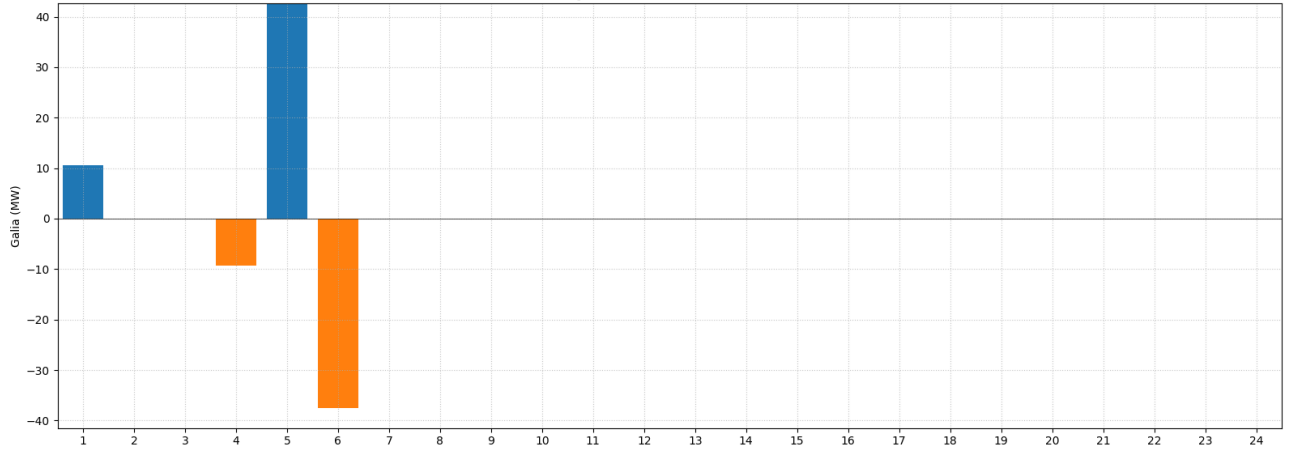
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

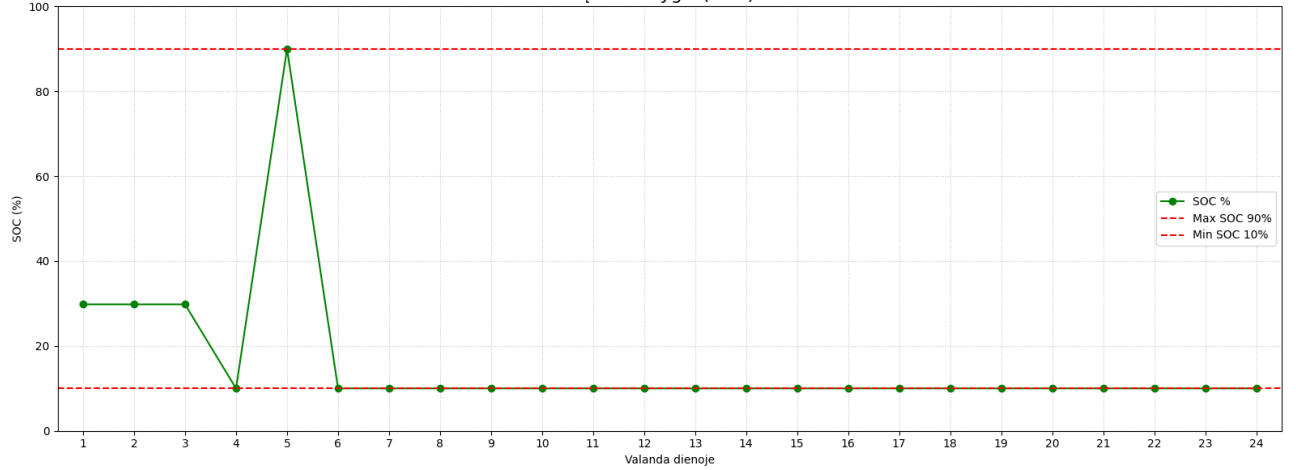
Elektros rinkų kainos - 2024-06-20



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)



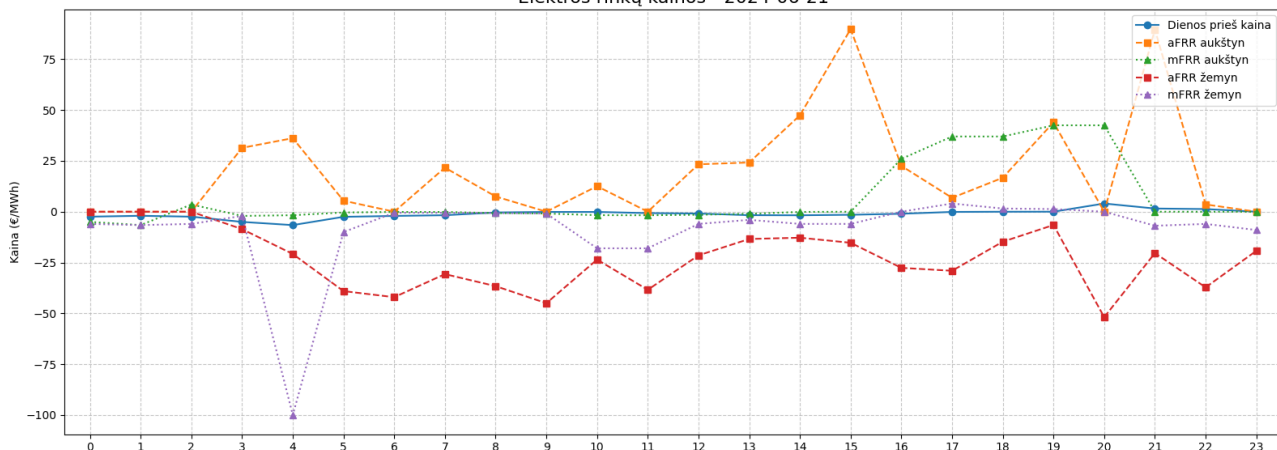
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	-1.79	0.0	0.0	-5.0	-6.9
2.0	-0.87	0.0	0.0	-8.25	-8.26
3.0	-1.76	0.0	0.0	-2.5	-9.0
4.0	-5.0	88.84	0.0	-1.0	-6.9
5.0	-8.25	82.69	0.0	0.0	-15.0
6.0	-2.5	106.65	0.0	23.6	-6.0
7.0	-1.0	92.34	-7.34	23.53	-5.0
8.0	0.0	6.25	-30.28	18.86	18.86
9.0	16.2	0.0	-27.84	14.9	14.9
10.0	23.03	0.0	-30.93	10.4	-8.0
11.0	18.86	28.12	-13.89	0.01	-10.0
12.0	14.9	37.04	-14.88	0.0	-40.0
13.0	10.4	20.84	-23.46	-0.01	-45.0
14.0	0.01	0.0	-33.69	-0.1	-20.45
15.0	0.0	0.0	-34.23	-0.05	-0.05
16.0	-0.01	0.0	-35.0	0.0	0.0
17.0	-0.1	15.72	-29.55	1.5	1.5
18.0	-0.05	8.76	-30.27	3.01	3.01
19.0	0.0	0.0	-35.0	2.37	2.37
20.0	1.5	14.77	-24.62	2.02	2.02
21.0	3.01	0.0	-41.83	-0.03	-0.03
22.0	2.37	14.83	-32.46	7.0	-2.43
23.0	2.02	0.0	-30.06	6.6	-6.0
24.0	-0.03	0.0	-9.12	-2.43	-6.0

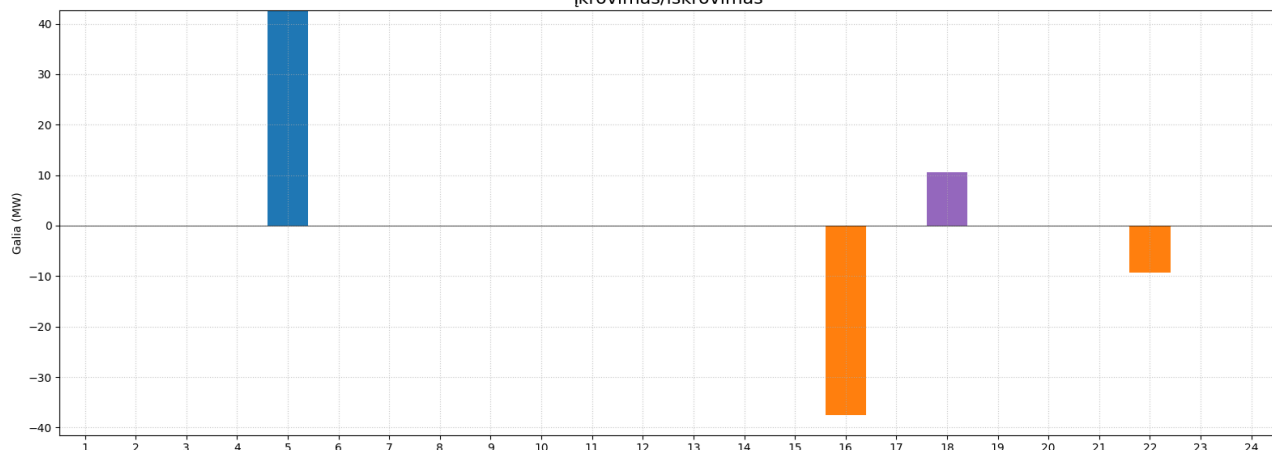
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
5.0	42.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

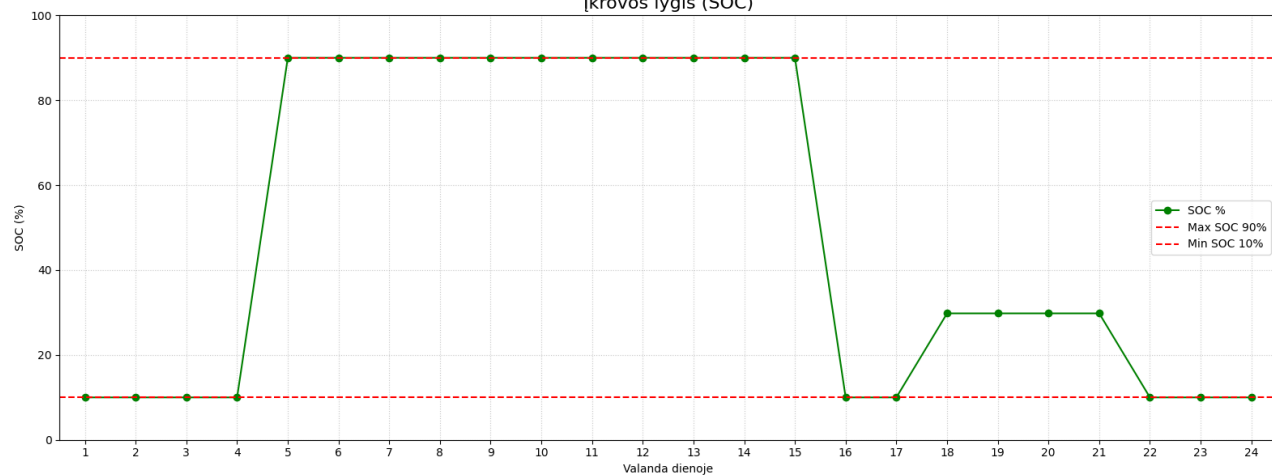
Elektros rinkų kainos - 2024-06-21



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)



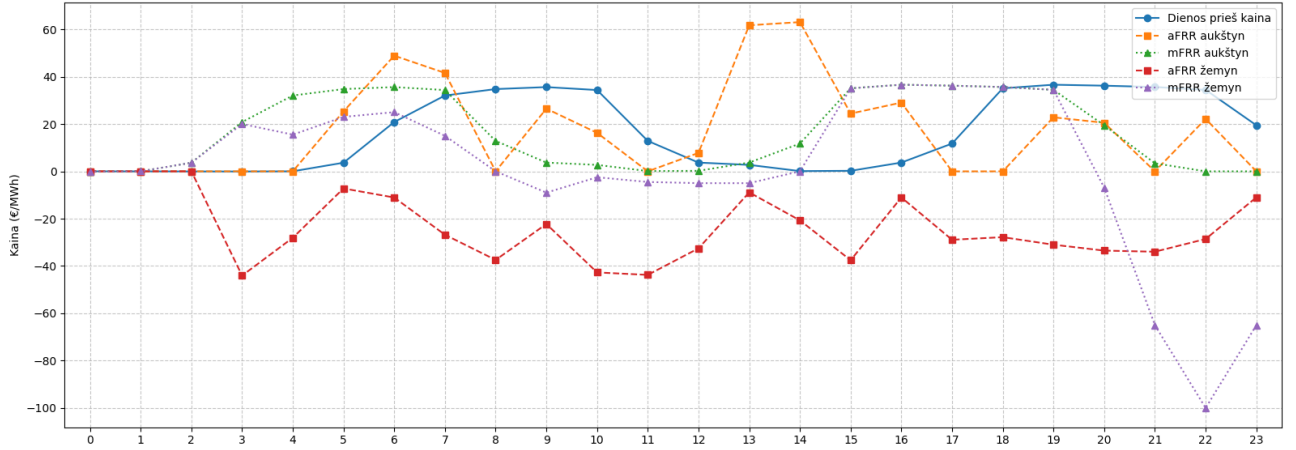
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	-2.43	0.0	0.0	-5.01	-6.0
2.0	-2.0	0.0	0.0	-6.58	-6.58
3.0	-2.43	0.0	0.0	3.56	-6.0
4.0	-5.01	31.42	-8.57	-2.07	-2.07
5.0	-6.58	36.19	-20.8	-1.72	-100.0
6.0	-2.51	5.41	-39.05	-0.37	-10.0
7.0	-2.07	0.0	-42.03	-0.11	-0.5
8.0	-1.72	21.67	-30.69	-0.11	-0.5
9.0	-0.37	7.5	-36.6	-0.68	-0.68
10.0	-0.11	0.0	-45.0	-0.89	-0.89
11.0	-0.11	12.55	-23.55	-1.7	-18.0
12.0	-0.68	0.0	-38.41	-1.75	-18.0
13.0	-0.89	23.33	-21.47	-1.5	-6.0
14.0	-1.7	24.21	-13.41	-1.0	-4.0
15.0	-1.75	47.42	-12.78	-0.1	-6.0
16.0	-1.5	89.83	-15.27	-0.01	-6.0
17.0	-1.0	22.55	-27.61	26.0	0.01
18.0	-0.1	6.83	-29.05	37.0	4.03
19.0	-0.01	16.72	-14.75	37.0	1.57
20.0	0.01	43.95	-6.54	42.5	1.31
21.0	4.03	0.0	-51.87	42.5	0.01
22.0	1.57	89.58	-20.35	0.0	-6.9
23.0	1.31	3.58	-37.2	-0.01	-6.0
24.0	0.01	0.0	-19.23	-0.04	-9.0

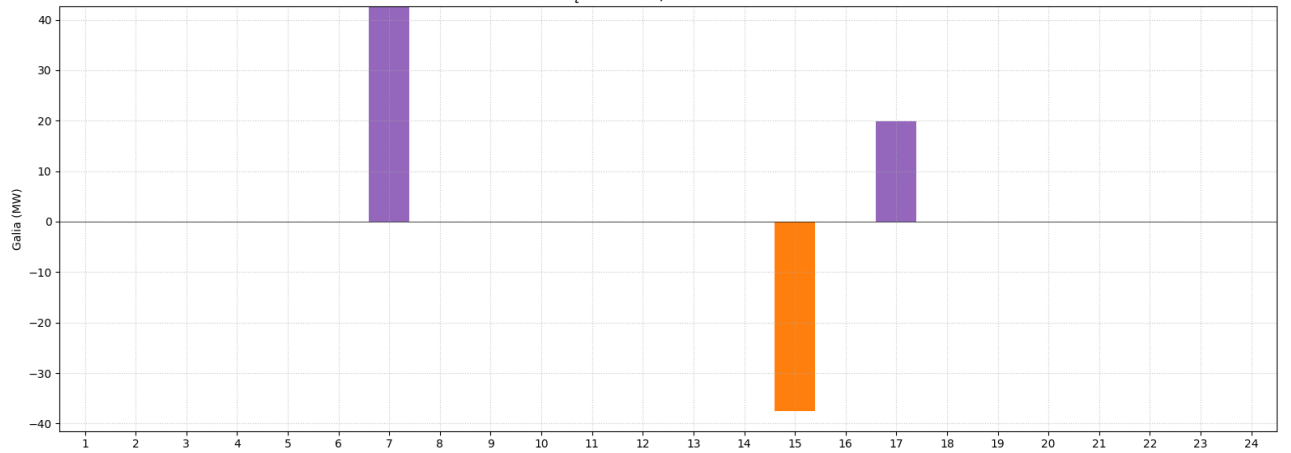
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	42.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

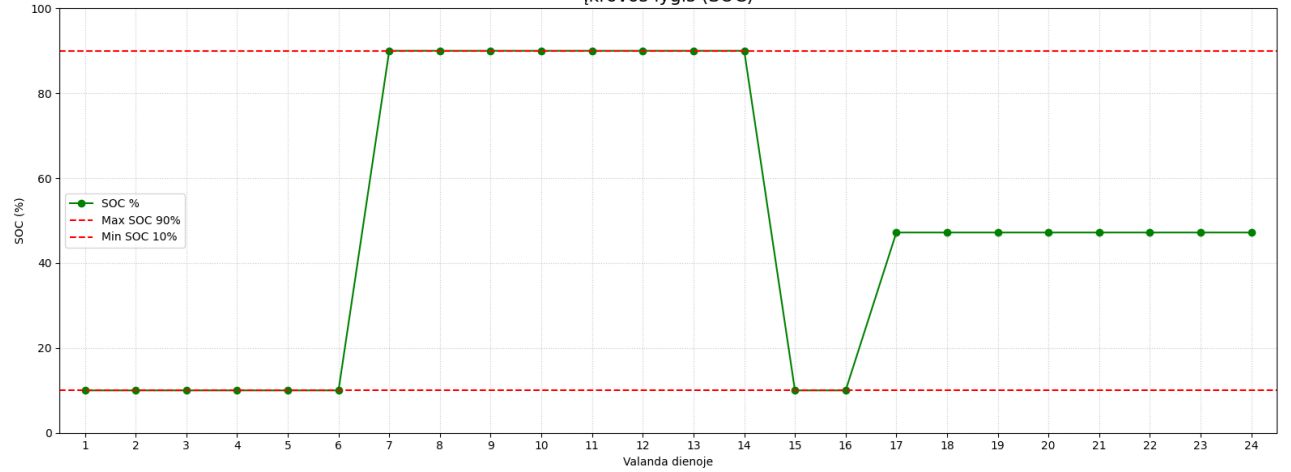
Elektros rinkų kainos - 2024-06-22



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovos lygis (SOC)

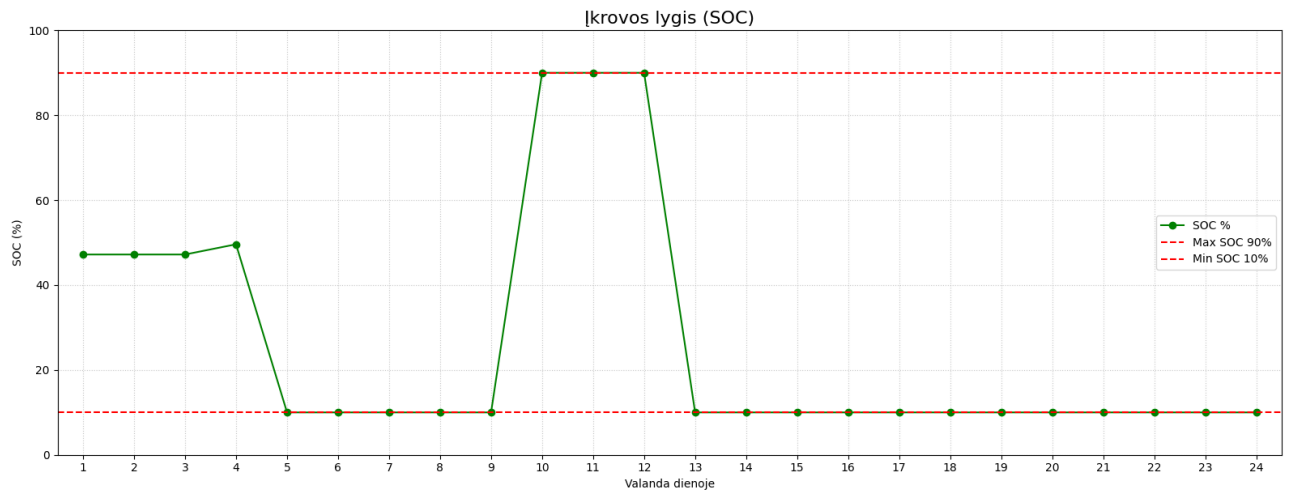
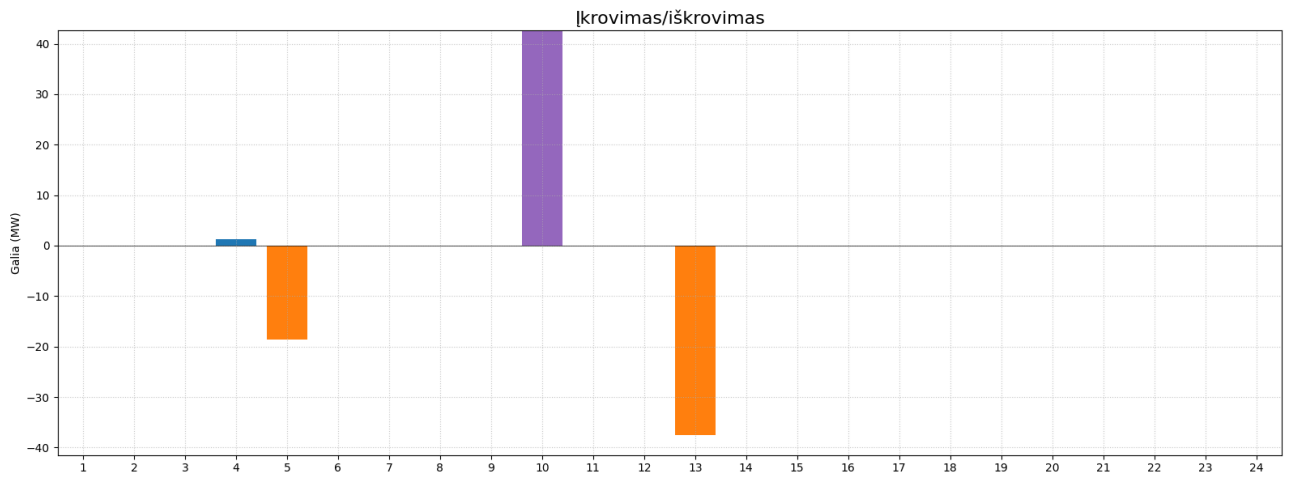
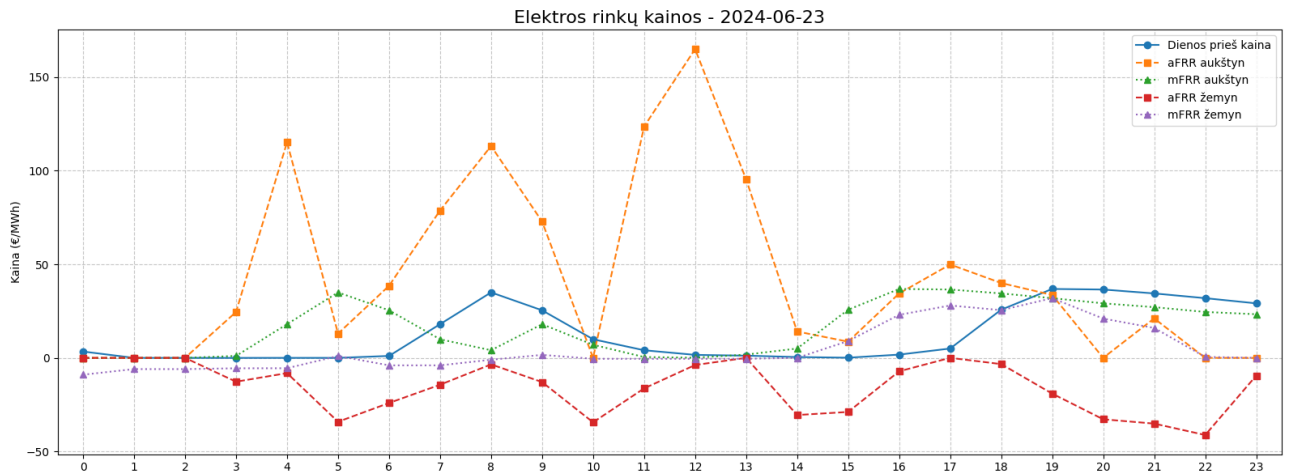


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	0.0	0.0	0.0	-0.06	-0.06
2.0	-0.01	0.0	0.0	0.01	0.01
3.0	-0.04	0.0	0.0	3.64	3.64
4.0	-0.06	0.0	-44.05	20.82	20.0
5.0	0.01	0.0	-28.07	32.03	15.5
6.0	3.64	25.32	-7.24	34.75	23.0
7.0	20.82	48.86	-11.06	35.59	25.0
8.0	32.03	41.56	-26.79	34.34	15.0
9.0	34.75	0.0	-37.43	12.85	0.0
10.0	35.59	26.47	-22.26	3.69	-9.0
11.0	34.34	16.26	-42.71	2.72	-2.5
12.0	12.85	0.0	-43.75	0.1	-4.5
13.0	3.69	7.78	-32.54	0.22	-5.0
14.0	2.72	61.7	-8.9	3.7	-5.0
15.0	0.1	63.05	-20.72	11.74	0.0
16.0	0.22	24.39	-37.56	35.08	35.08
17.0	3.7	29.04	-11.03	36.59	36.59
18.0	11.74	0.0	-28.91	36.19	36.19
19.0	35.08	0.0	-27.81	35.62	35.62
20.0	36.59	22.83	-31.0	34.42	34.42
21.0	36.19	20.51	-33.5	19.46	-6.9
22.0	35.62	0.0	-33.96	3.39	-65.0
23.0	34.42	22.14	-28.59	0.0	-100.0
24.0	19.46	0.0	-11.01	-0.01	-65.0

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

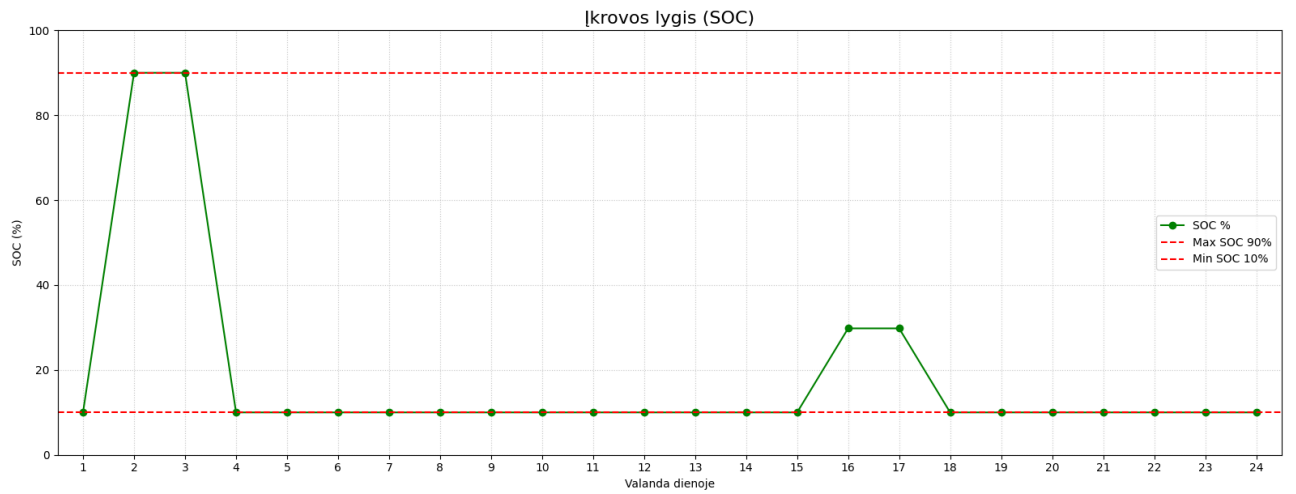
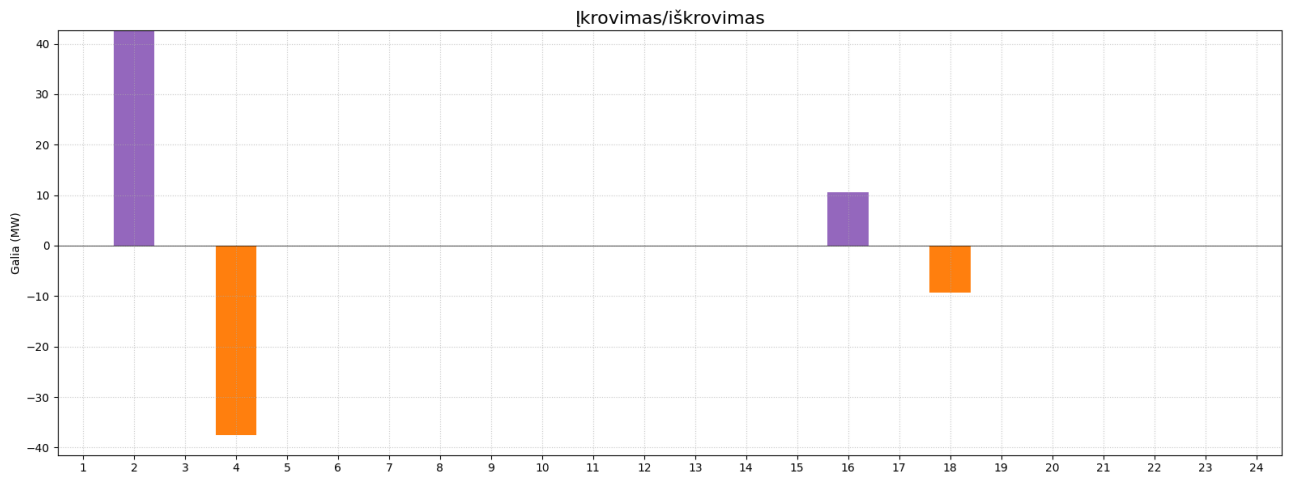
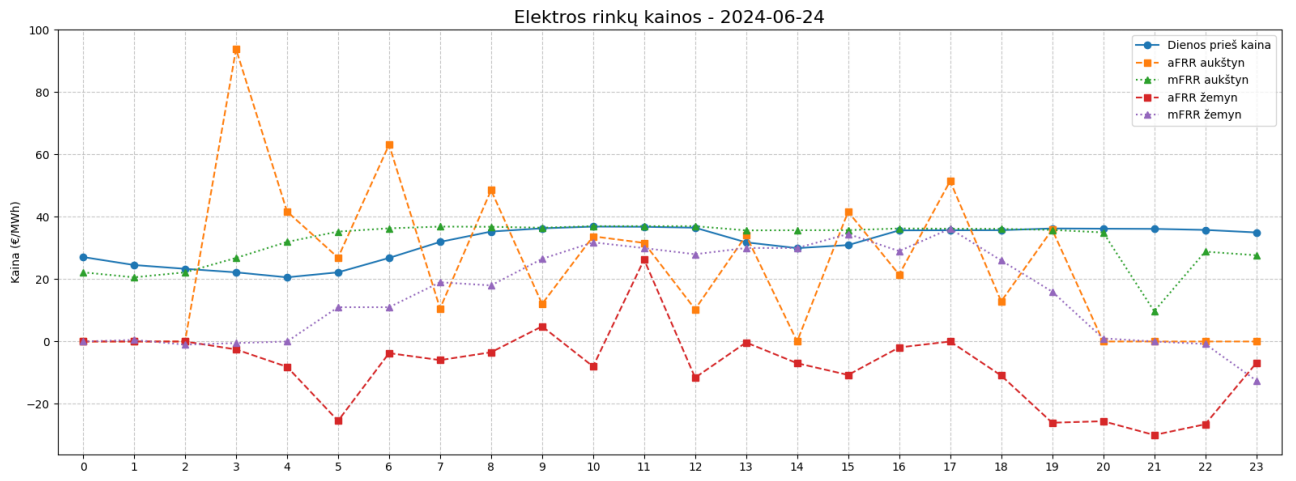


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	3.39	0.0	0.0	-0.02	-9.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.0
3.0	-0.01	0.0	0.0	0.0	-6.0
4.0	-0.02	24.51	-12.74	1.03	-5.57
5.0	0.0	115.28	-8.15	18.01	-5.54
6.0	0.0	12.96	-34.15	34.99	1.0
7.0	1.03	38.53	-24.11	25.42	-4.0
8.0	18.01	78.78	-14.36	9.94	-4.0
9.0	34.99	113.23	-3.48	4.07	-1.0
10.0	25.42	72.87	-12.94	18.0	1.6
11.0	9.94	0.0	-34.45	7.0	-0.5
12.0	4.07	123.62	-16.32	0.44	-0.5
13.0	1.6	165.03	-3.81	0.09	-0.5
14.0	1.18	95.41	0.0	1.74	-0.5
15.0	0.44	14.1	-30.55	4.99	0.0
16.0	0.09	8.66	-28.9	25.73	9.0
17.0	1.74	34.45	-7.19	36.83	23.0
18.0	4.99	49.92	0.0	36.53	28.0
19.0	25.73	40.0	-3.33	34.44	25.5
20.0	36.83	33.6	-19.1	31.91	31.91
21.0	36.53	0.0	-32.83	29.14	21.0
22.0	34.44	21.08	-35.14	27.1	16.0
23.0	31.91	0.0	-41.24	24.54	0.5
24.0	29.14	0.0	-9.51	23.32	0.0

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



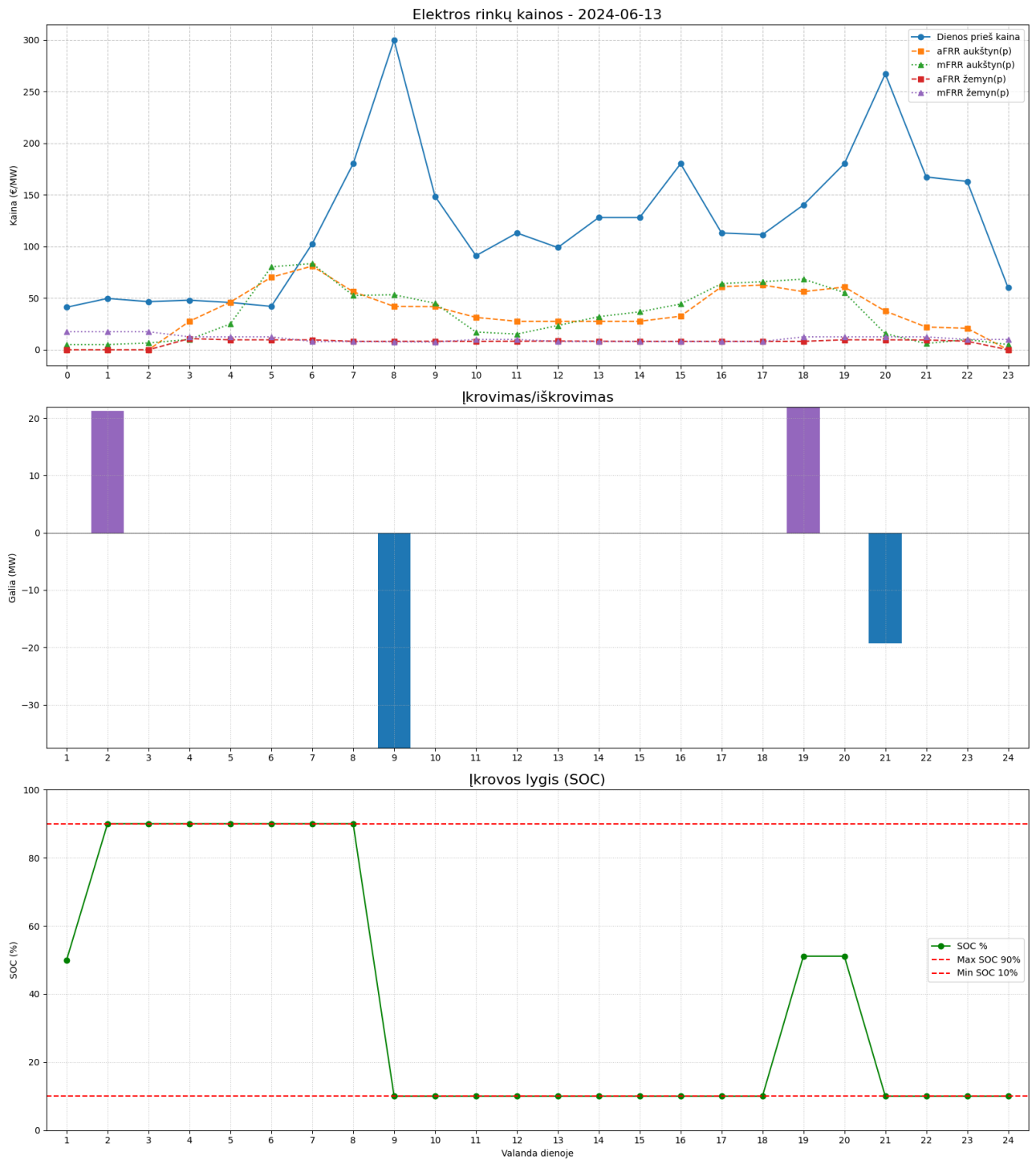
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up	aFRR Down	mFRR Up	mFRR Down
1.0	27.1	0.0	0.0	22.19	0.0
2.0	24.54	0.0	0.0	20.59	0.5
3.0	23.32	0.0	0.0	22.19	-1.0
4.0	22.19	93.81	-2.54	26.81	-0.5
5.0	20.59	41.71	-8.12	31.95	0.0
6.0	22.19	26.9	-25.45	35.27	11.0
7.0	26.81	63.14	-3.73	36.31	11.0
8.0	31.95	10.58	-5.97	36.86	19.0
9.0	35.27	48.56	-3.46	36.8	18.0
10.0	36.31	12.05	4.86	36.51	26.51
11.0	36.86	33.73	-8.02	37.0	31.81
12.0	36.8	31.63	26.29	37.0	29.96
13.0	36.51	10.35	-11.6	37.0	28.0
14.0	31.81	34.02	-0.31	35.65	30.0
15.0	29.96	0.0	-6.97	35.7	30.0
16.0	30.93	41.63	-10.72	35.72	34.5
17.0	35.65	21.46	-1.9	36.26	29.0
18.0	35.7	51.48	0.0	36.19	36.19
19.0	35.72	12.87	-10.92	36.13	26.0
20.0	36.26	35.9	-26.06	35.8	16.0
21.0	36.19	0.0	-25.57	34.99	1.0
22.0	36.13	0.0	-30.0	9.7	0.0
23.0	35.8	0.0	-26.55	28.83	-0.79
24.0	34.99	0.0	-6.96	27.67	-12.5

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2 priedas. Detalūs BEKS optimizavimo rezultatai veikiant balansavimo pajėgumų ir dienos prieš rinkose.

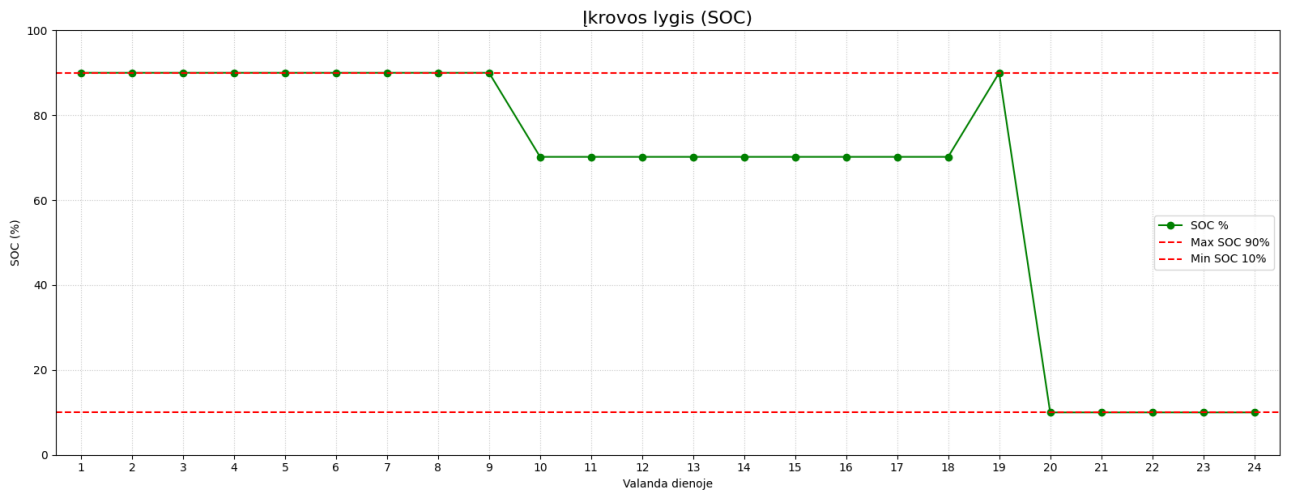
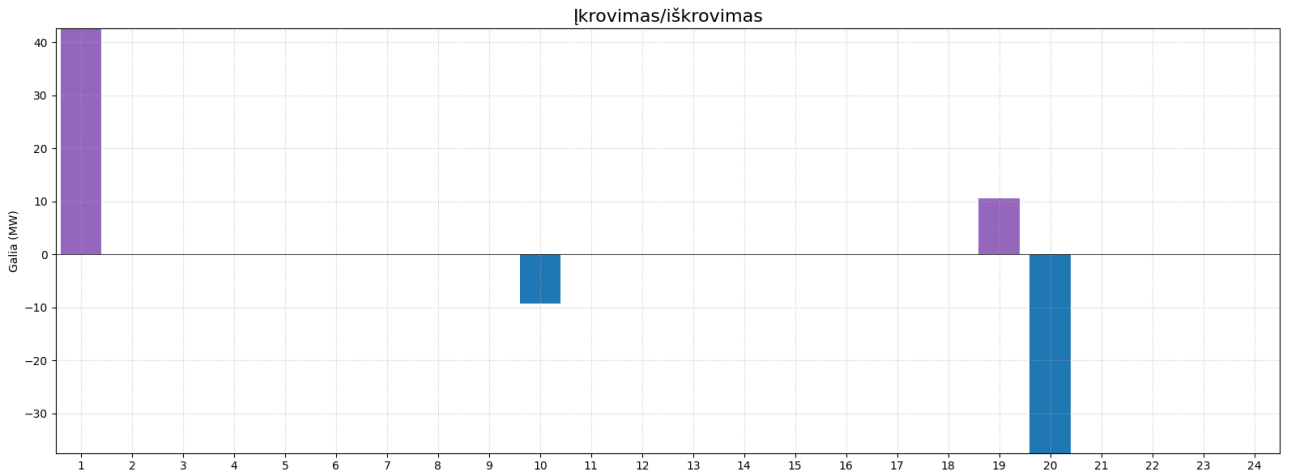
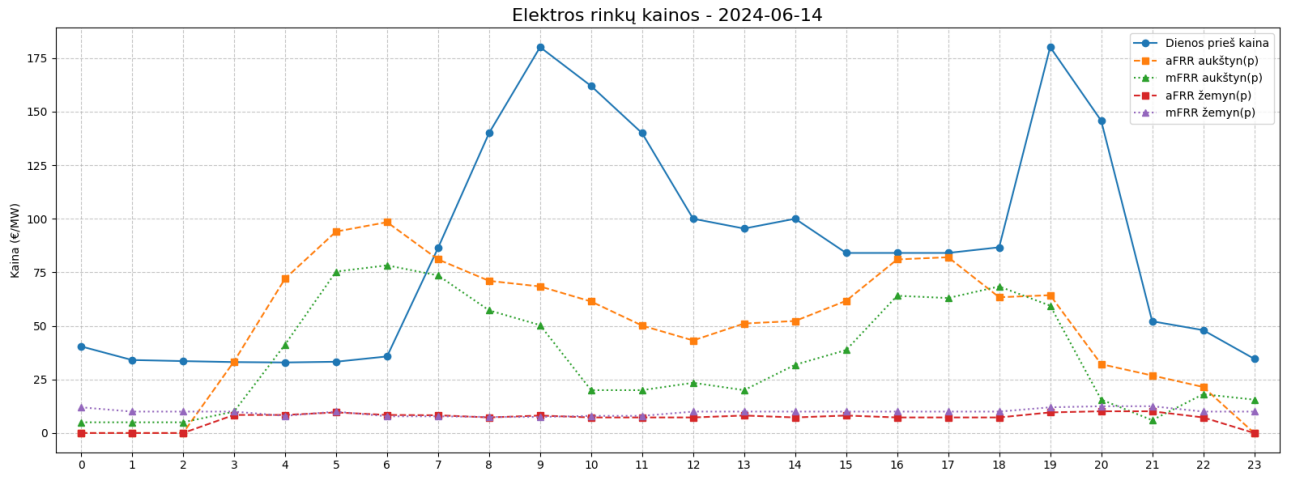


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	41.19	0.0	0.0	5.0	17.5
2.0	49.67	0.0	0.0	5.0	17.5
3.0	46.6	0.0	0.0	6.6	17.5
4.0	48.0	27.54	10.8	10.0	12.5
5.0	45.77	46.13	9.62	25.02	12.5
6.0	42.01	70.21	9.62	80.25	12.5
7.0	102.62	81.0	9.62	83.49	8.0
8.0	180.08	56.21	8.16	52.58	8.0
9.0	299.62	42.0	8.16	53.24	7.8
10.0	148.58	41.79	8.28	45.02	7.5
11.0	91.07	31.35	8.16	17.2	10.0
12.0	113.02	27.54	8.28	15.21	10.0
13.0	98.96	27.54	8.44	23.45	8.0
14.0	128.01	27.54	8.28	32.02	8.0
15.0	128.0	27.54	8.16	36.74	8.0
16.0	180.05	32.48	8.16	44.29	8.0
17.0	113.04	61.03	8.16	64.05	8.0
18.0	111.4	62.68	8.16	65.88	8.0
19.0	140.15	56.22	8.16	68.39	12.5
20.0	180.07	60.77	9.62	55.44	12.5
21.0	266.99	37.45	9.62	15.61	12.5
22.0	167.22	22.0	9.47	6.0	12.5
23.0	162.96	20.78	8.28	10.0	10.0
24.0	60.03	0.0	0.0	5.0	10.0

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	21.9	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	19.3	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



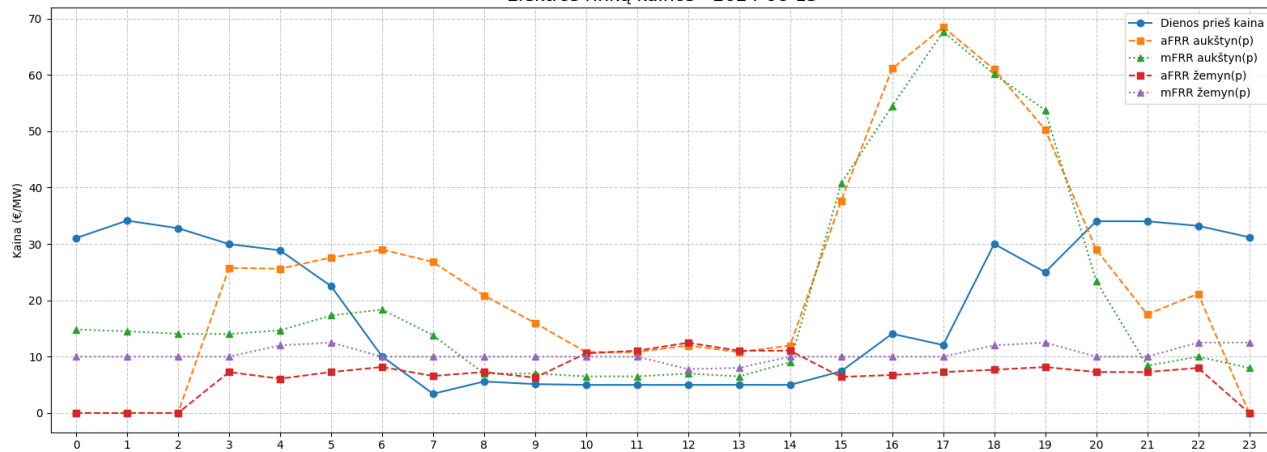
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	40.43	0.0	0.0	5.0	12.0
2.0	34.07	0.0	0.0	5.0	10.0
3.0	33.56	0.0	0.0	5.0	10.0
4.0	33.1	33.39	8.44	10.0	10.0
5.0	32.92	72.04	8.44	41.27	8.0
6.0	33.26	94.0	9.62	75.33	10.0
7.0	35.74	98.39	8.44	78.24	7.8
8.0	86.38	81.0	8.28	73.54	7.8
9.0	139.99	71.0	7.27	57.24	7.5
10.0	180.07	68.39	8.16	50.35	7.5
11.0	161.94	61.38	7.27	20.0	8.0
12.0	139.93	50.13	7.27	20.0	8.0
13.0	100.0	43.2	7.27	23.45	10.0
14.0	95.41	51.1	8.16	20.0	10.0
15.0	99.99	52.28	7.27	31.85	10.0
16.0	84.02	61.69	8.16	38.72	10.0
17.0	84.03	81.0	7.27	64.05	10.0
18.0	84.03	82.03	7.27	62.99	10.0
19.0	86.66	63.35	7.27	68.39	10.0
20.0	180.09	64.32	9.62	59.44	12.0
21.0	145.75	32.13	10.14	15.61	12.5
22.0	52.14	26.84	10.14	6.0	12.5
23.0	48.0	21.49	7.27	18.13	10.0
24.0	34.64	0.0	0.0	15.57	10.0

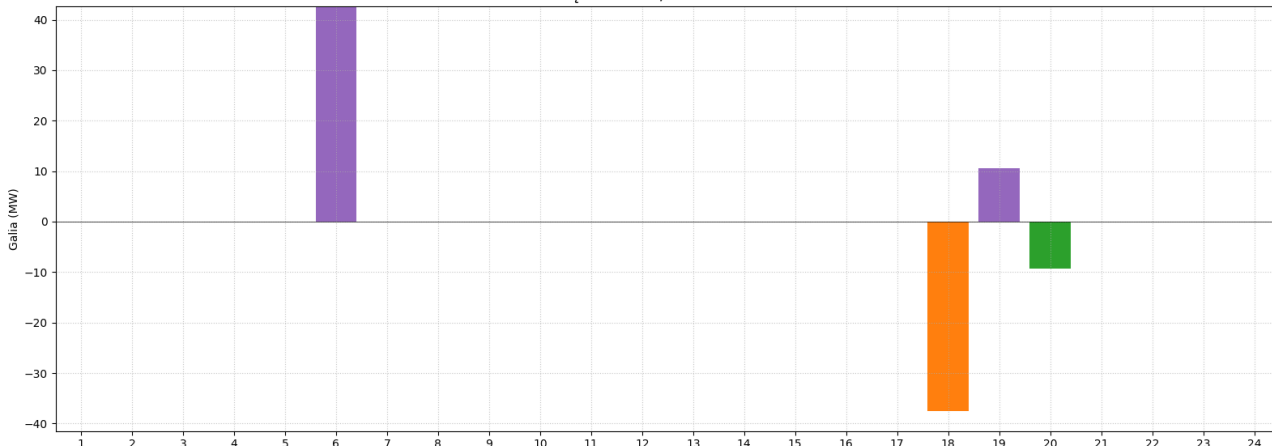
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
20.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

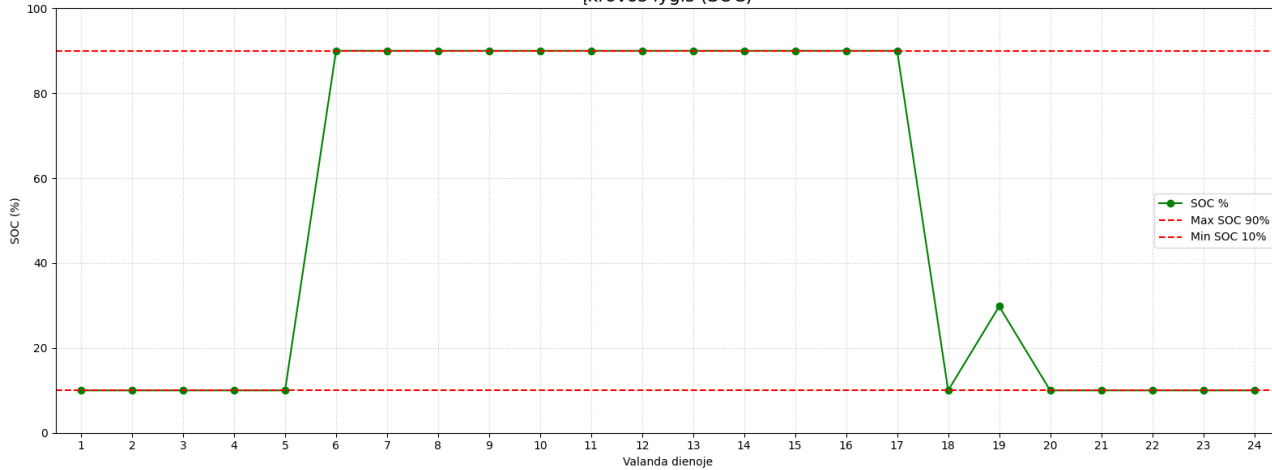
Elektros rinkų kainos - 2024-06-15



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)



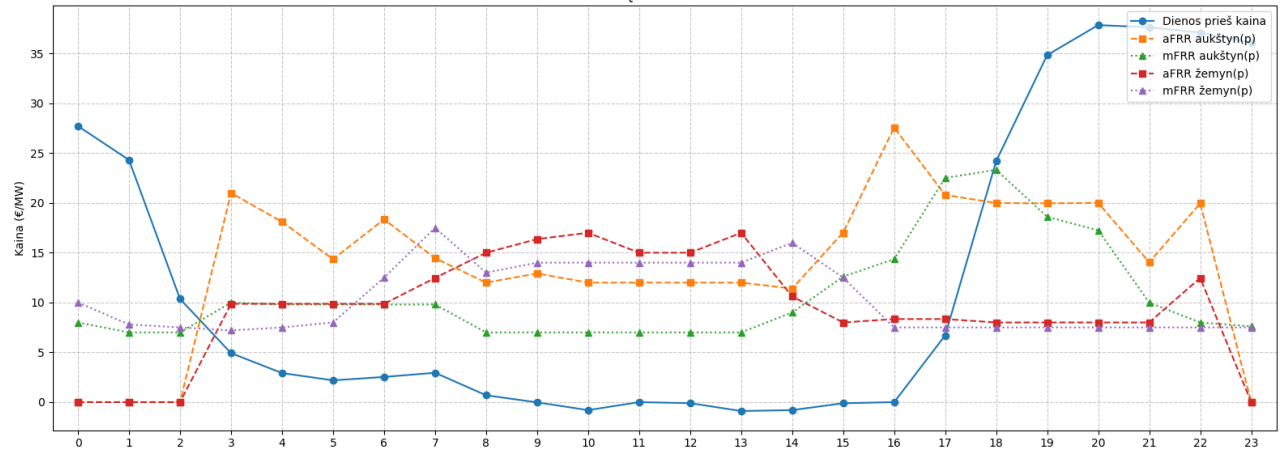
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	31.03	0.0	0.0	14.83	10.0
2.0	34.13	0.0	0.0	14.5	10.0
3.0	32.79	0.0	0.0	14.06	10.0
4.0	29.97	25.75	7.27	14.01	10.0
5.0	28.86	25.59	6.09	14.67	12.0
6.0	22.51	27.58	7.27	17.3	12.5
7.0	10.04	29.0	8.16	18.35	10.0
8.0	3.41	26.8	6.58	13.8	10.0
9.0	5.59	20.84	7.27	7.0	10.0
10.0	5.13	15.98	6.27	7.0	10.0
11.0	4.99	10.8	10.59	6.5	10.0
12.0	4.99	10.8	11.06	6.5	10.0
13.0	4.99	11.98	12.47	7.0	7.8
14.0	5.0	10.8	11.06	6.5	8.0
15.0	4.99	11.98	11.06	9.0	10.0
16.0	7.4	37.61	6.4	40.72	10.0
17.0	14.06	61.1	6.75	54.47	10.0
18.0	12.06	68.47	7.27	67.63	10.0
19.0	30.0	60.96	7.68	60.12	12.0
20.0	24.99	50.29	8.16	53.74	12.5
21.0	34.03	29.0	7.27	23.45	10.0
22.0	34.01	17.5	7.27	8.4	10.0
23.0	33.21	21.16	8.0	10.0	12.5
24.0	31.19	0.0	0.0	8.0	12.5

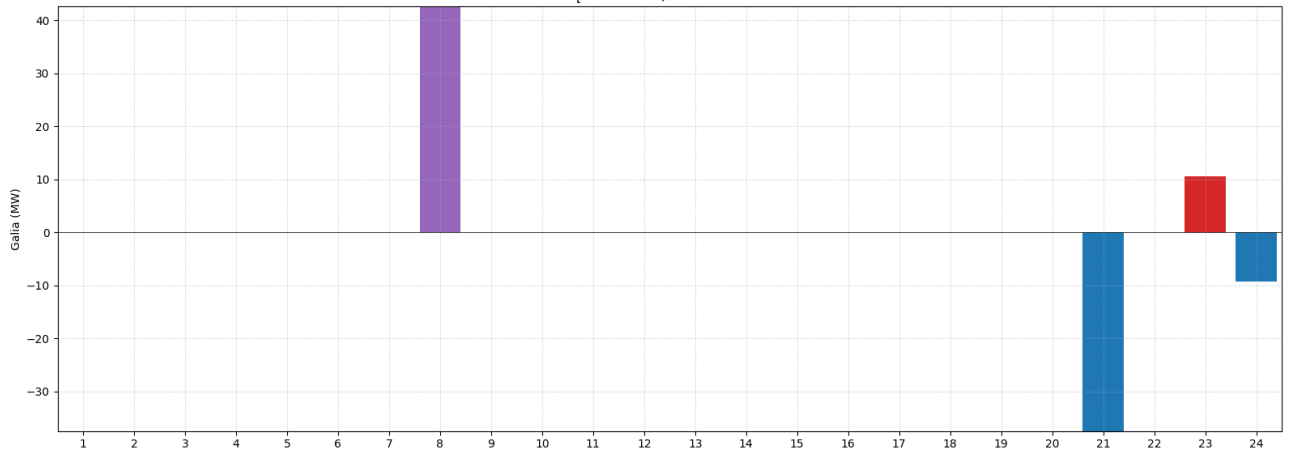
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

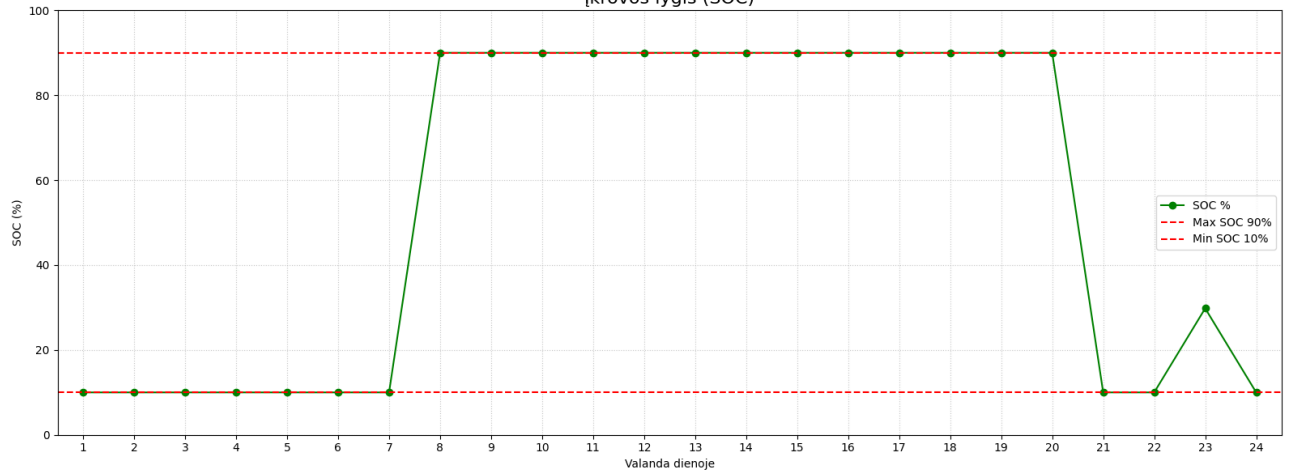
Elektros rinkų kainos - 2024-06-16



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)

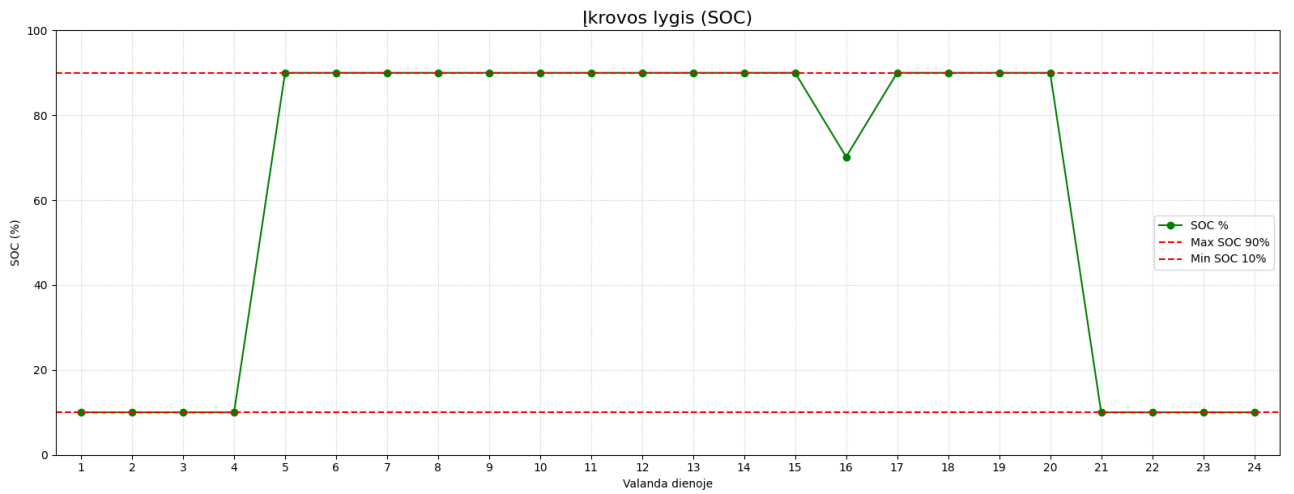
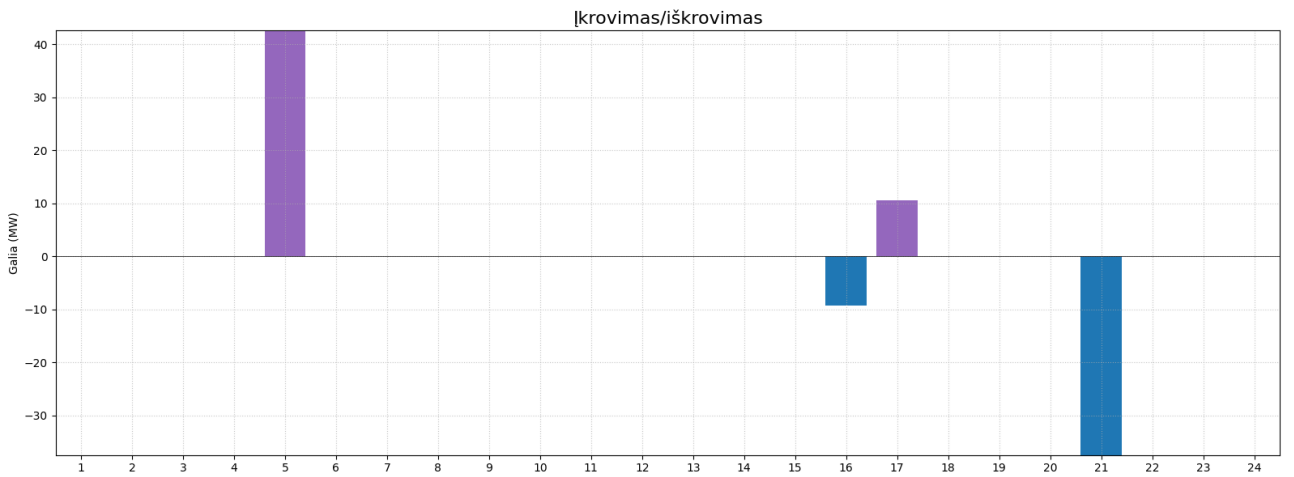
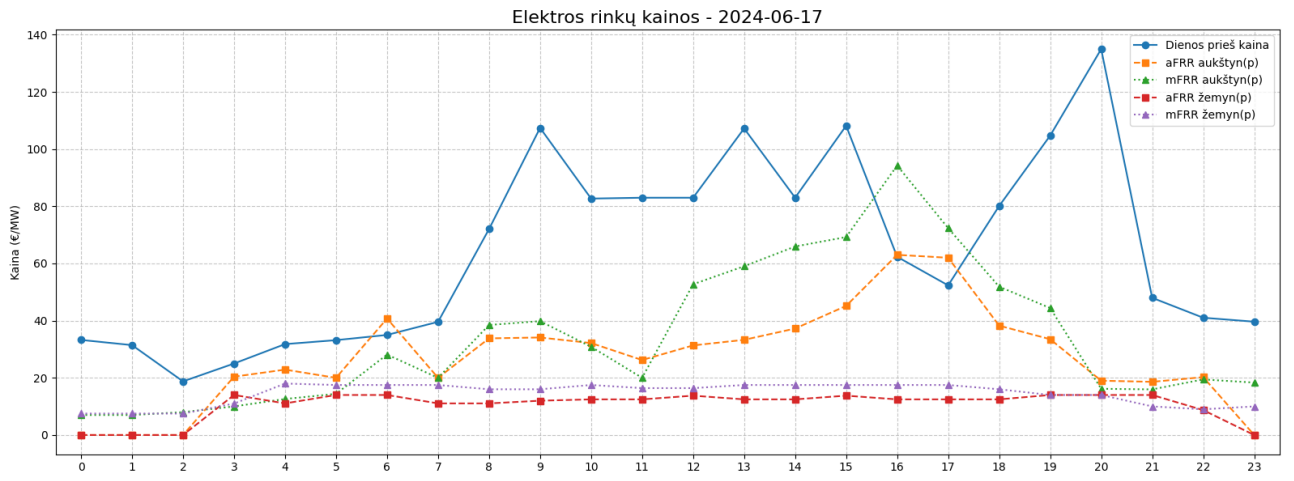


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	27.71	0.0	0.0	8.0	10.0
2.0	24.31	0.0	0.0	7.0	7.8
3.0	10.36	0.0	0.0	7.0	7.5
4.0	4.92	21.0	9.87	10.0	7.2
5.0	2.92	18.1	9.87	9.8	7.5
6.0	2.19	14.35	9.87	9.8	8.0
7.0	2.53	18.35	9.87	9.8	12.5
8.0	2.95	14.45	12.47	9.8	17.5
9.0	0.69	12.0	15.0	7.0	13.0
10.0	-0.02	12.92	16.37	7.0	14.0
11.0	-0.8	12.0	17.0	7.0	14.0
12.0	0.0	12.0	15.0	7.0	14.0
13.0	-0.1	12.0	15.0	7.0	14.0
14.0	-0.89	12.0	17.0	7.0	14.0
15.0	-0.8	11.4	10.61	9.0	16.0
16.0	-0.11	17.02	8.0	12.6	12.5
17.0	0.0	27.56	8.34	14.36	7.5
18.0	6.7	20.8	8.34	22.51	7.5
19.0	24.19	19.99	8.0	23.32	7.5
20.0	34.84	19.96	8.0	18.6	7.5
21.0	37.85	20.0	8.0	17.25	7.5
22.0	37.63	14.04	8.0	10.0	7.5
23.0	37.09	19.96	12.47	8.0	7.5
24.0	36.11	0.0	0.0	7.61	7.5

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
24.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0



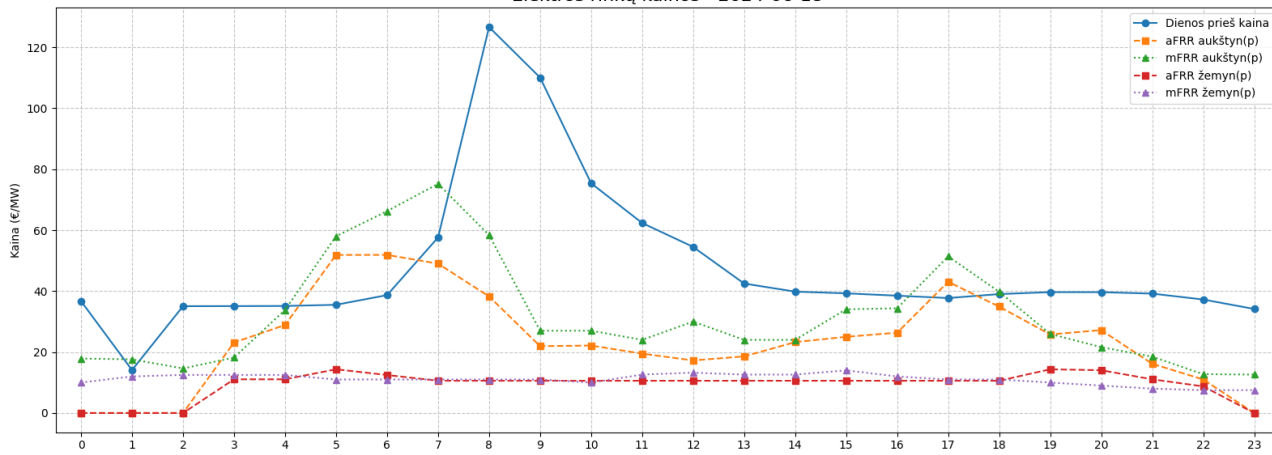
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	33.26	0.0	0.0	7.0	7.5
2.0	31.44	0.0	0.0	7.0	7.5
3.0	18.76	0.0	0.0	8.0	7.5
4.0	25.0	20.4	14.0	10.0	11.0
5.0	31.79	22.87	11.06	12.6	18.0
6.0	33.18	20.0	14.0	14.4	17.5
7.0	35.0	40.74	14.0	28.13	17.5
8.0	39.58	20.0	11.06	20.0	17.5
9.0	72.05	33.81	11.06	38.48	16.0
10.0	107.41	34.11	12.0	39.83	16.0
11.0	82.69	32.16	12.47	30.86	17.5
12.0	82.99	26.22	12.47	20.0	16.4
13.0	82.99	31.34	13.76	52.73	16.4
14.0	107.22	33.29	12.47	59.02	17.5
15.0	83.0	37.24	12.47	65.93	17.5
16.0	108.16	45.15	13.76	69.23	17.5
17.0	62.33	63.01	12.47	94.25	17.5
18.0	52.34	62.0	12.47	72.35	17.5
19.0	80.1	38.25	12.47	51.88	16.0
20.0	104.71	33.51	14.0	44.4	14.0
21.0	134.97	19.0	14.0	16.17	14.0
22.0	47.98	18.6	14.0	15.96	10.0
23.0	41.02	20.24	8.71	19.44	9.0
24.0	39.64	0.0	0.0	18.34	10.0

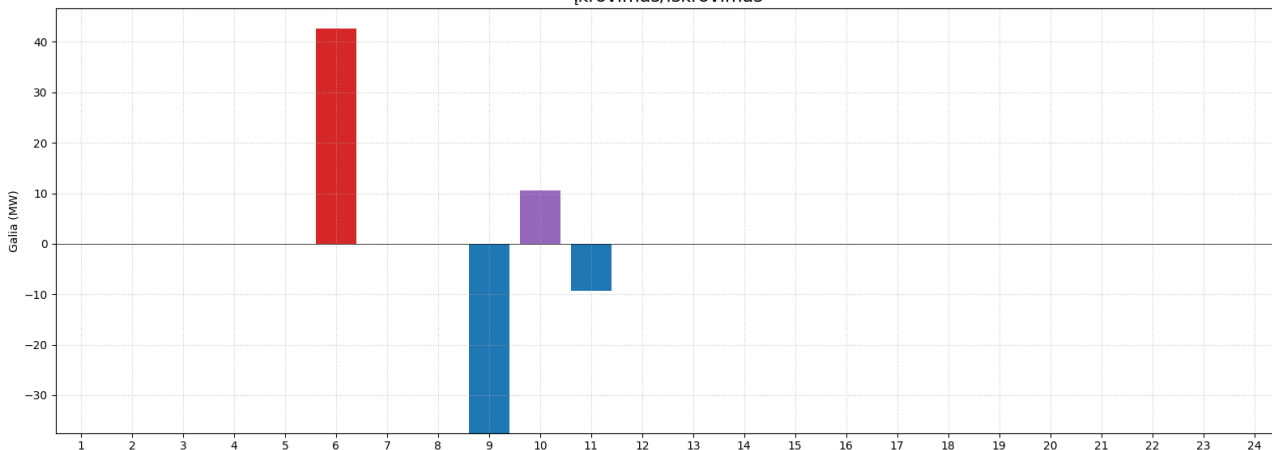
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

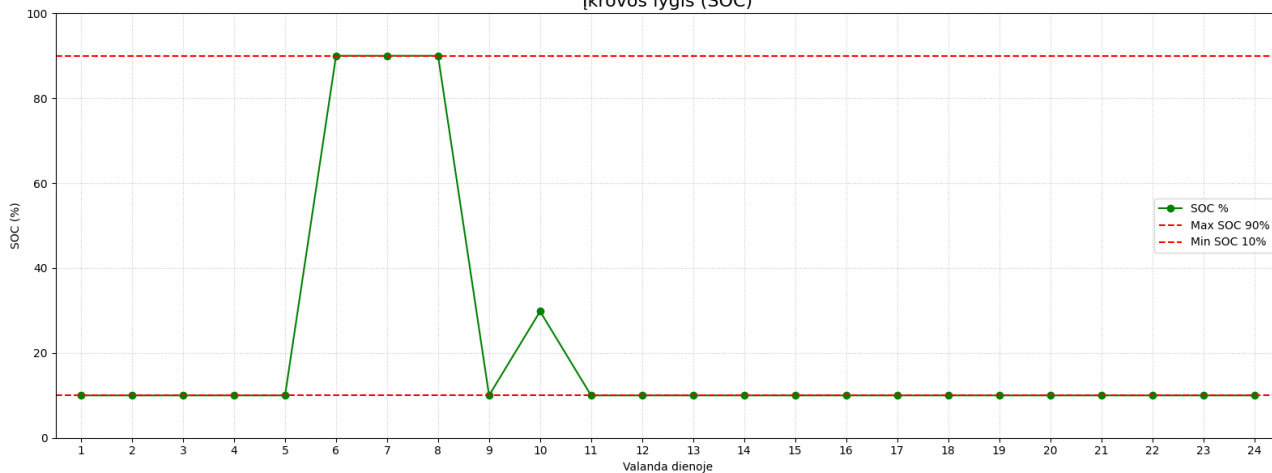
Elektros rinkų kainos - 2024-06-18



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovos lygis (SOC)

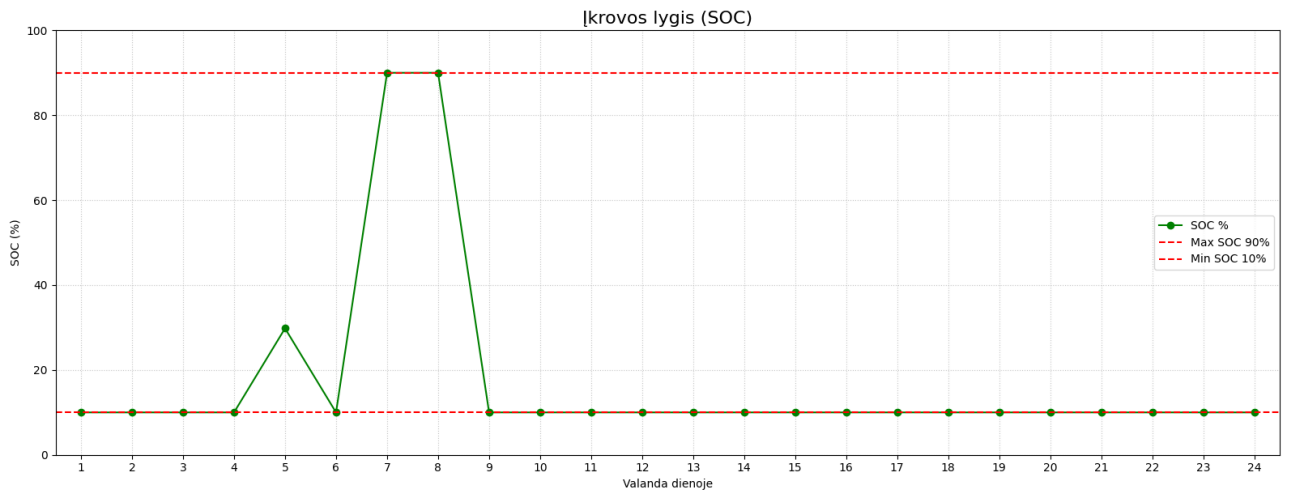
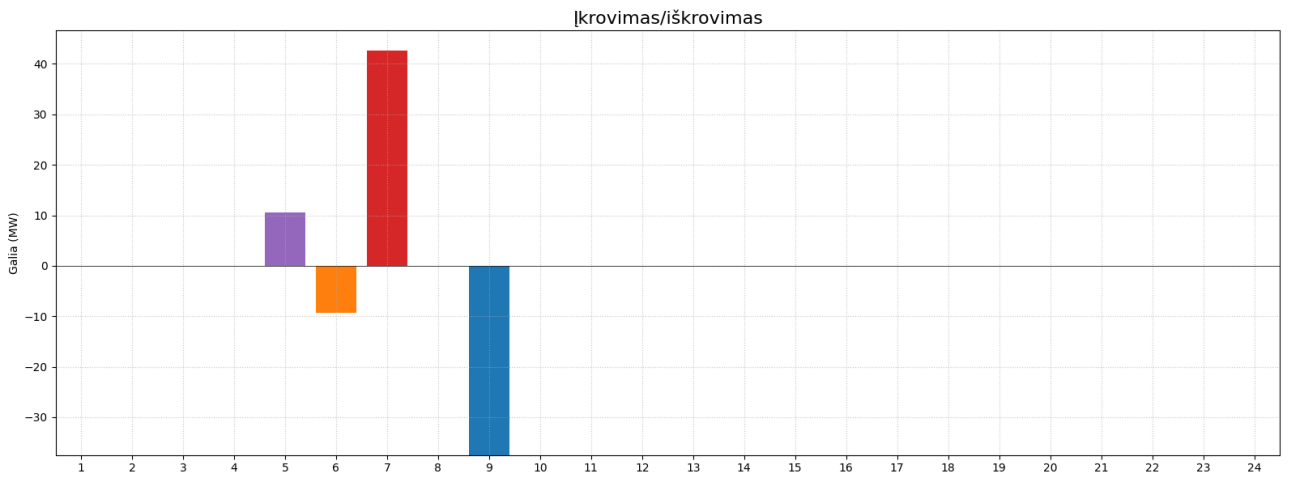
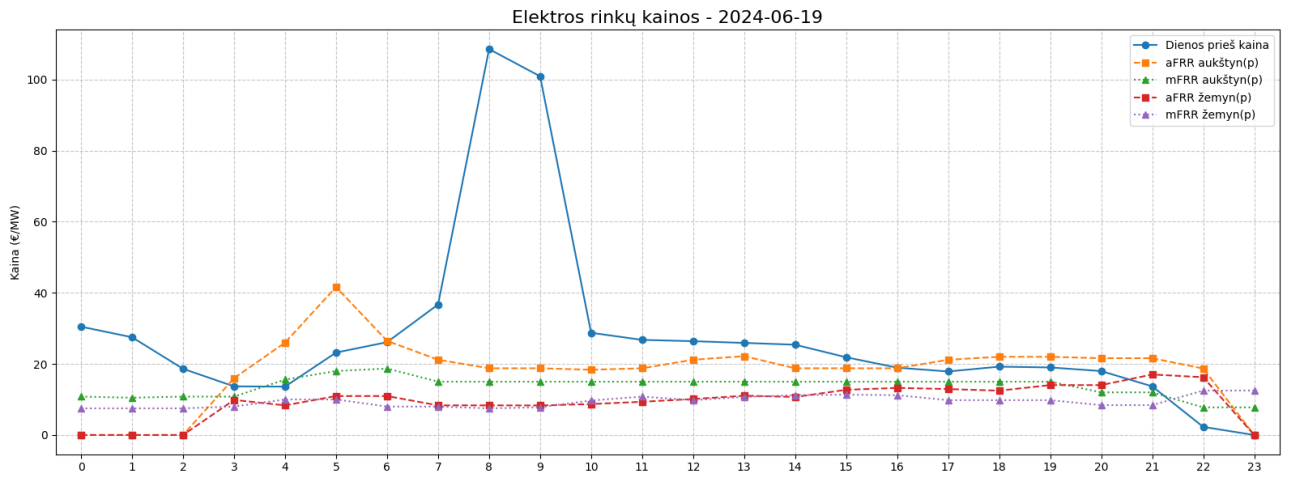


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	36.72	0.0	0.0	17.87	10.0
2.0	14.09	0.0	0.0	17.61	12.0
3.0	35.05	0.0	0.0	14.62	12.5
4.0	35.08	23.14	11.06	18.19	12.5
5.0	35.12	28.88	11.06	33.82	12.5
6.0	35.51	51.87	14.34	58.0	11.0
7.0	38.68	51.88	12.47	66.24	11.0
8.0	57.6	49.0	10.59	75.18	11.0
9.0	126.62	38.24	10.59	58.4	11.0
10.0	110.06	21.94	10.59	27.0	11.0
11.0	75.38	22.13	10.59	27.0	10.0
12.0	62.36	19.49	10.59	24.0	12.6
13.0	54.5	17.25	10.59	30.0	13.25
14.0	42.48	18.58	10.59	24.0	12.6
15.0	39.83	23.26	10.59	24.0	12.6
16.0	39.26	25.0	10.59	34.03	14.0
17.0	38.5	26.36	10.59	34.36	12.0
18.0	37.72	43.05	10.59	51.39	11.0
19.0	39.02	34.91	10.59	39.77	11.0
20.0	39.66	25.78	14.34	25.95	10.0
21.0	39.65	27.2	14.04	21.6	9.0
22.0	39.18	16.17	11.06	18.49	8.0
23.0	37.24	11.0	8.74	12.75	7.5
24.0	34.14	0.0	0.0	12.6	7.5

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
11.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

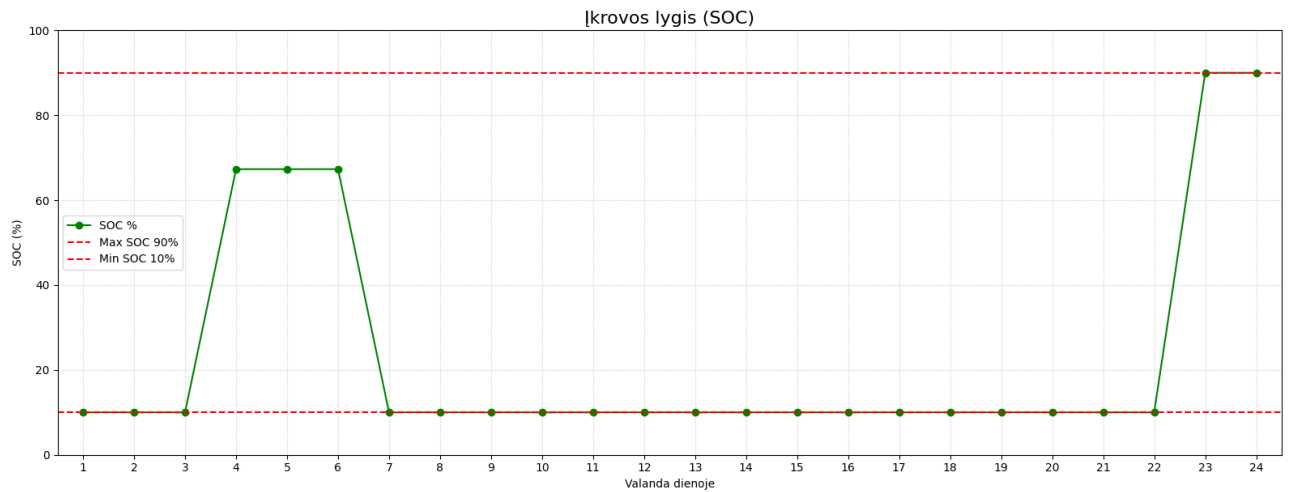
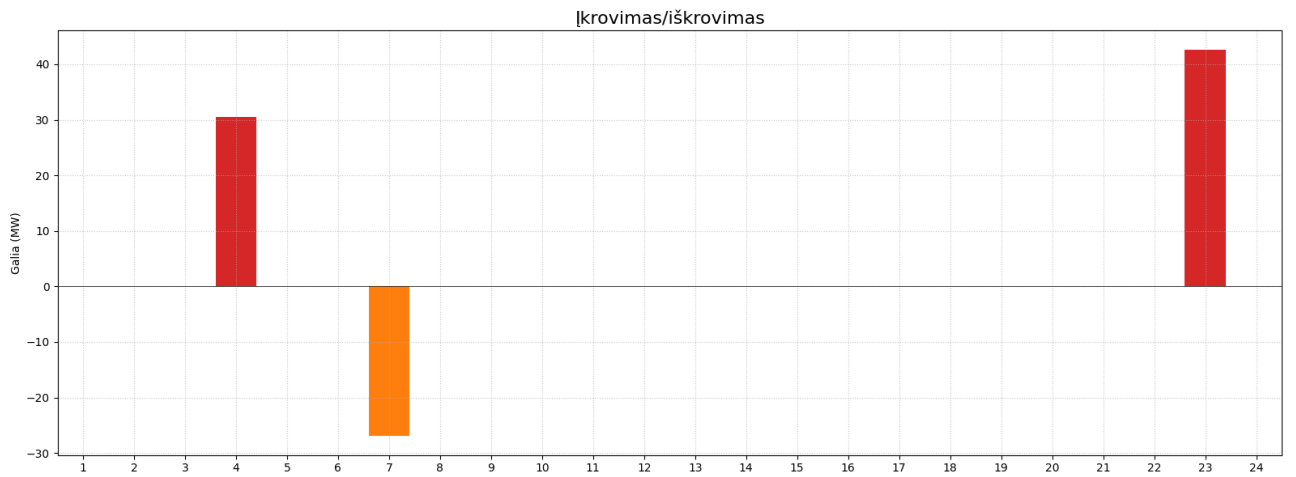
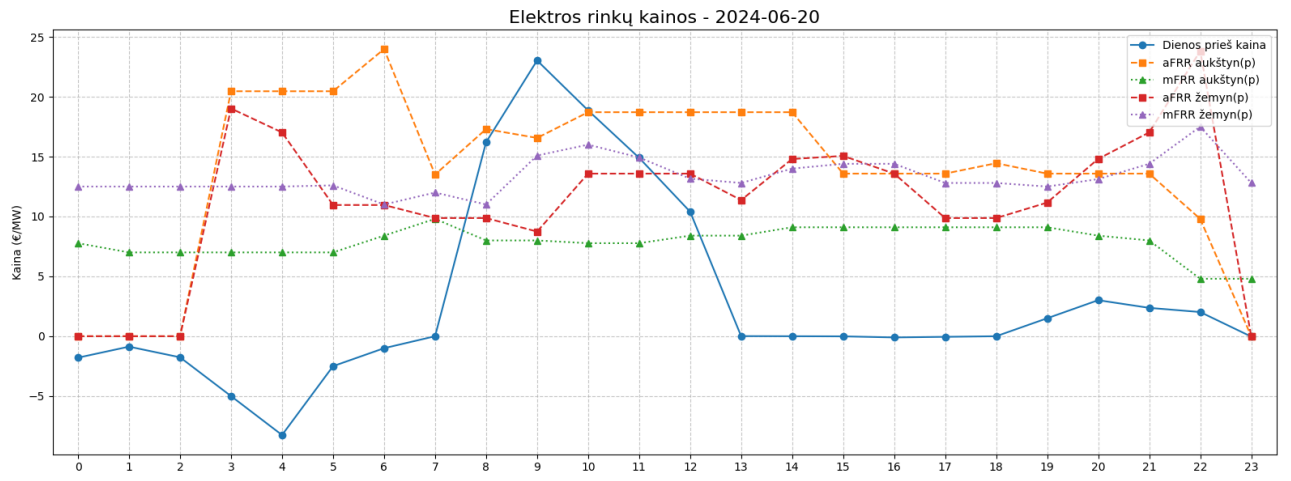


Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	30.47	0.0	0.0	10.8	7.5
2.0	27.51	0.0	0.0	10.5	7.5
3.0	18.63	0.0	0.0	10.8	7.5
4.0	13.68	15.98	9.87	10.8	8.0
5.0	13.62	25.98	8.34	15.59	10.0
6.0	23.19	41.63	10.96	18.0	10.0
7.0	26.11	26.48	10.96	18.71	8.0
8.0	36.71	21.17	8.34	15.0	8.0
9.0	108.55	18.77	8.34	15.0	7.5
10.0	100.9	18.77	8.31	15.0	7.79
11.0	28.76	18.36	8.71	15.0	9.71
12.0	26.76	18.77	9.35	15.0	10.8
13.0	26.39	21.17	10.12	15.0	9.8
14.0	25.91	22.18	11.06	15.0	10.71
15.0	25.4	18.77	10.69	15.0	11.2
16.0	21.87	18.77	12.72	15.0	11.37
17.0	18.95	18.77	13.25	15.0	11.2
18.0	17.87	21.17	12.93	15.0	9.8
19.0	19.23	22.0	12.47	15.0	9.8
20.0	19.01	22.0	14.04	15.0	9.8
21.0	17.99	21.6	14.04	12.0	8.4
22.0	13.69	21.6	17.02	12.0	8.4
23.0	2.29	18.71	16.26	7.77	12.5
24.0	0.0	0.0	0.0	7.77	12.5

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



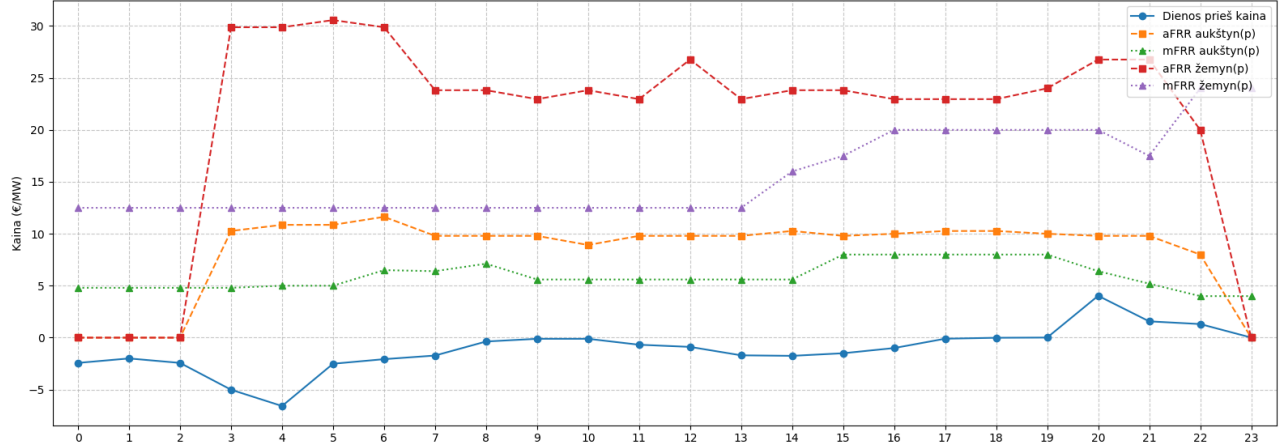
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	-1.79	0.0	0.0	7.77	12.5
2.0	-0.87	0.0	0.0	7.0	12.5
3.0	-1.76	0.0	0.0	7.0	12.5
4.0	-5.0	20.46	19.02	7.0	12.5
5.0	-8.25	20.46	17.02	7.0	12.5
6.0	-2.5	20.46	10.96	7.0	12.6
7.0	-1.0	23.98	10.96	8.4	11.0
8.0	0.0	13.5	9.87	9.8	12.0
9.0	16.2	17.3	9.87	8.0	11.0
10.0	23.03	16.56	8.74	8.0	15.09
11.0	18.86	18.71	13.58	7.77	16.0
12.0	14.9	18.71	13.58	7.77	14.93
13.0	10.4	18.71	13.58	8.4	13.16
14.0	0.01	18.71	11.37	8.4	12.8
15.0	0.0	18.71	14.8	9.1	14.0
16.0	-0.01	13.58	15.06	9.1	14.4
17.0	-0.1	13.58	13.58	9.1	14.4
18.0	-0.05	13.58	9.87	9.1	12.8
19.0	0.0	14.45	9.87	9.1	12.8
20.0	1.5	13.58	11.16	9.1	12.5
21.0	3.01	13.58	14.81	8.4	13.12
22.0	2.37	13.58	17.02	8.0	14.4
23.0	2.02	9.8	23.82	4.8	17.5
24.0	-0.03	0.0	0.0	4.8	12.81

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

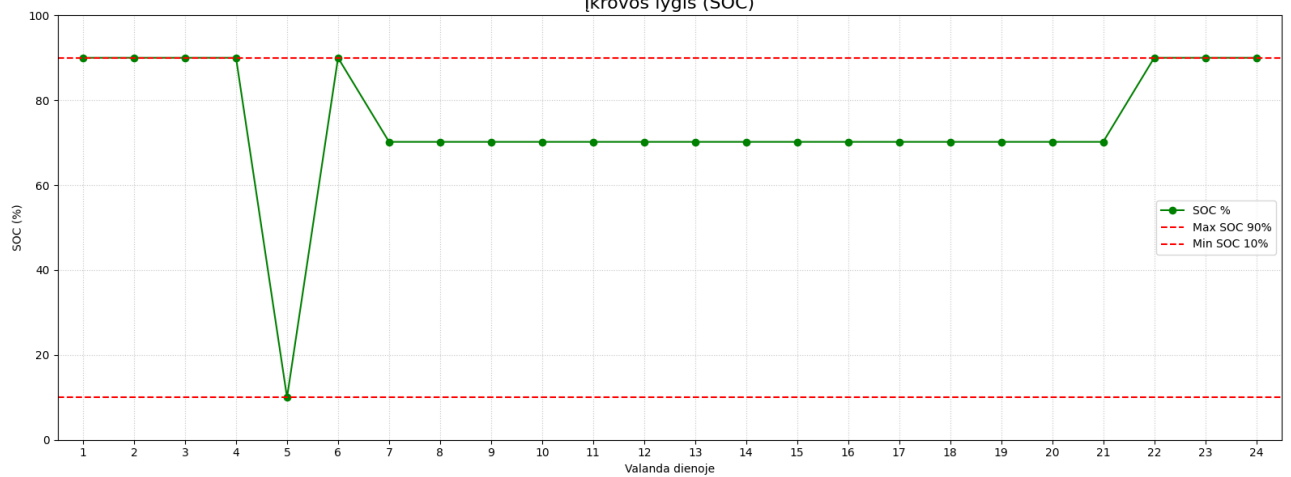
Elektros rinkų kainos - 2024-06-21



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovimo lygis (SOC)



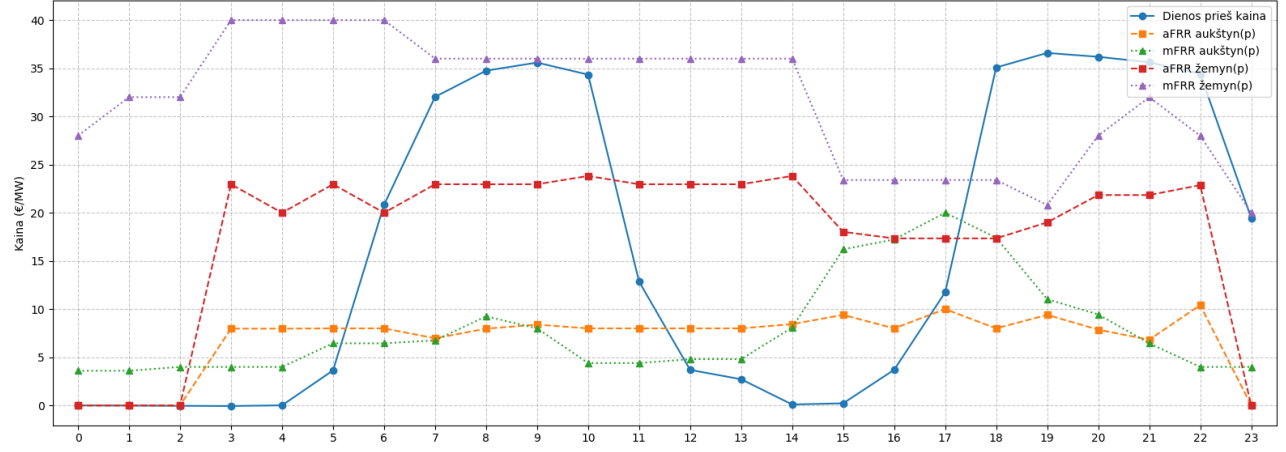
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	-2.43	0.0	0.0	4.8	12.5
2.0	-2.0	0.0	0.0	4.8	12.5
3.0	-2.43	0.0	0.0	4.8	12.5
4.0	-5.01	10.27	29.88	4.8	12.5
5.0	-6.58	10.86	29.88	5.0	12.5
6.0	-2.51	10.86	30.57	5.0	12.5
7.0	-2.07	11.63	29.88	6.5	12.5
8.0	-1.72	9.8	23.82	6.4	12.5
9.0	-0.37	9.8	23.82	7.12	12.5
10.0	-0.11	9.8	22.96	5.6	12.5
11.0	-0.11	8.92	23.82	5.6	12.5
12.0	-0.68	9.8	22.96	5.6	12.5
13.0	-0.89	9.8	26.77	5.6	12.5
14.0	-1.7	9.8	22.96	5.6	12.5
15.0	-1.75	10.27	23.82	5.6	16.0
16.0	-1.5	9.8	23.82	8.0	17.5
17.0	-1.0	10.0	22.96	8.0	20.0
18.0	-0.1	10.27	22.96	8.0	20.0
19.0	-0.01	10.27	22.96	8.0	20.0
20.0	0.01	10.0	24.0	8.0	20.0
21.0	4.03	9.8	26.77	6.4	20.0
22.0	1.57	9.8	26.77	5.2	17.5
23.0	1.31	8.0	20.0	4.0	24.0
24.0	0.01	0.0	0.0	4.0	24.0

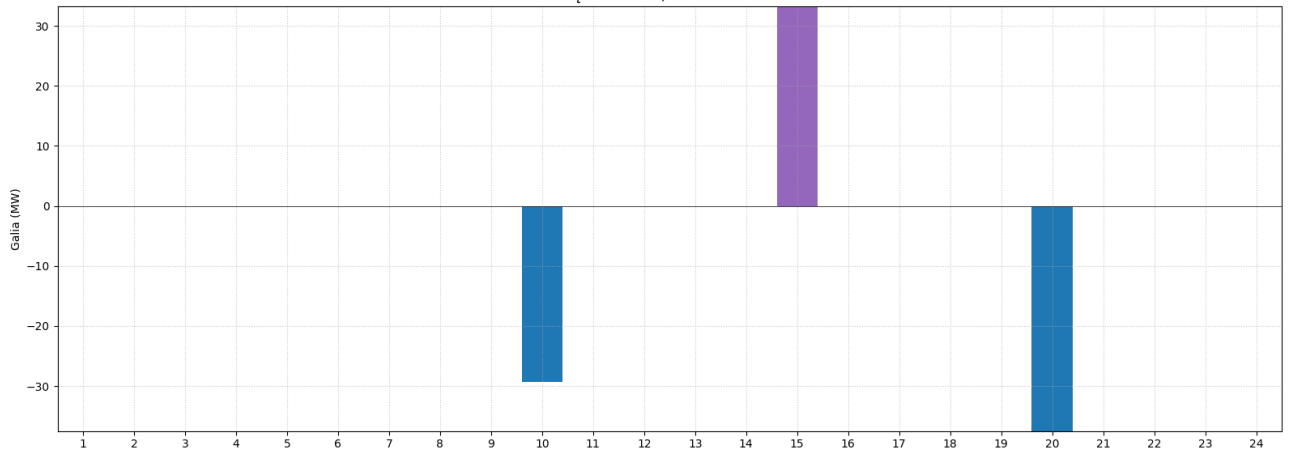
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

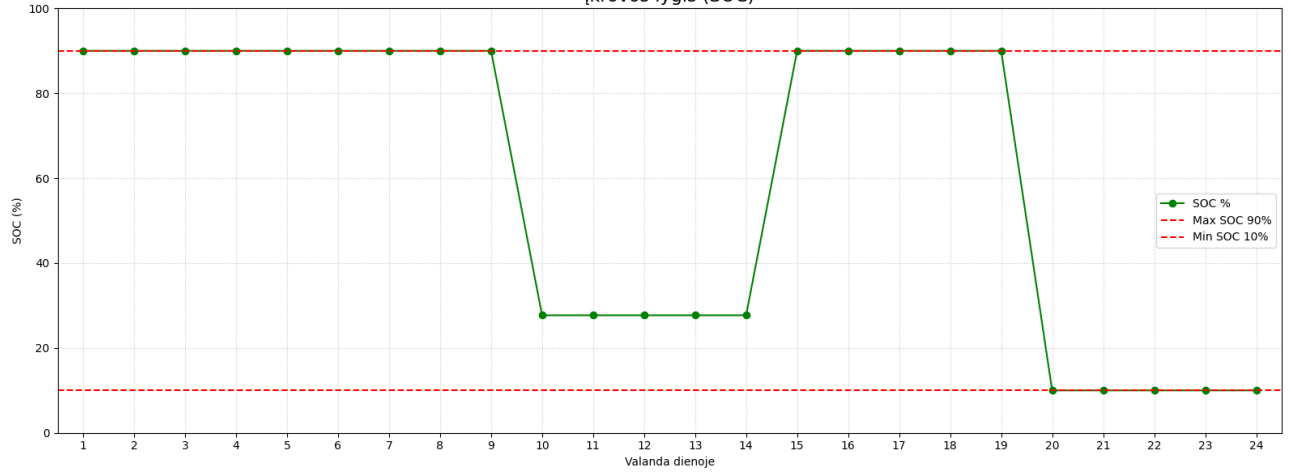
Elektros rinkų kainos - 2024-06-22



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovos lygis (SOC)



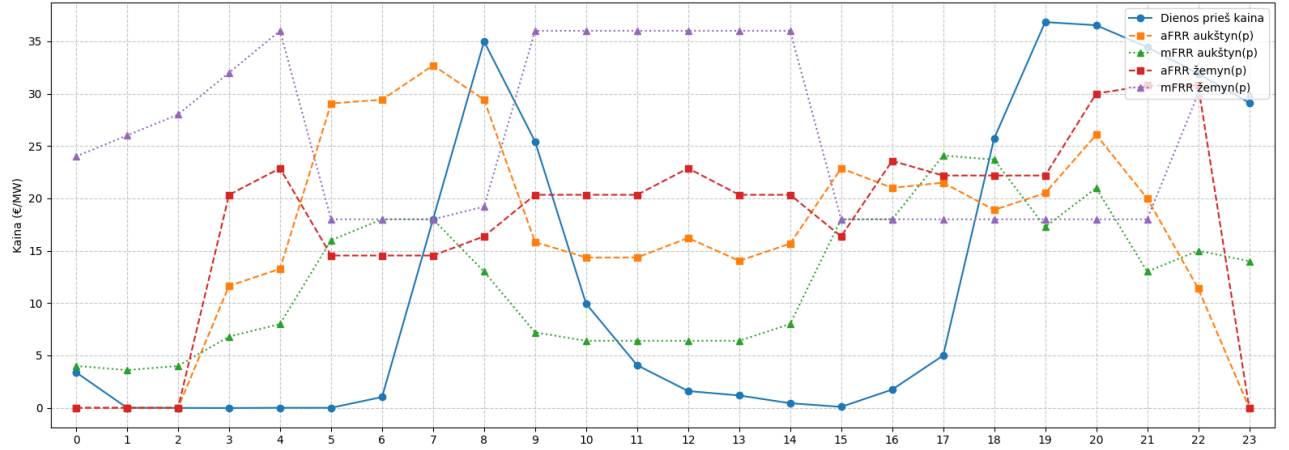
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	0.0	0.0	0.0	3.6	28.0
2.0	-0.01	0.0	0.0	3.6	32.0
3.0	-0.04	0.0	0.0	4.0	32.0
4.0	-0.06	7.97	22.96	4.0	40.0
5.0	0.01	7.97	20.0	4.0	40.0
6.0	3.64	8.0	22.96	6.45	40.0
7.0	20.82	8.0	20.0	6.45	40.0
8.0	32.03	6.97	22.96	6.75	36.0
9.0	34.75	7.97	22.96	9.25	36.0
10.0	35.59	8.39	22.96	8.0	36.0
11.0	34.34	8.0	23.82	4.4	36.0
12.0	12.85	8.0	22.96	4.4	36.0
13.0	3.69	8.0	22.96	4.8	36.0
14.0	2.72	8.0	22.96	4.8	36.0
15.0	0.1	8.44	23.82	8.08	36.0
16.0	0.22	9.4	18.02	16.21	23.4
17.0	3.7	8.0	17.34	17.23	23.4
18.0	11.74	10.0	17.34	20.0	23.4
19.0	35.08	8.0	17.34	17.41	23.4
20.0	36.59	9.4	19.0	11.03	20.8
21.0	36.19	7.87	21.84	9.45	28.0
22.0	35.62	6.82	21.84	6.45	32.0
23.0	34.42	10.42	22.87	4.0	28.0
24.0	19.46	0.0	0.0	4.0	20.0

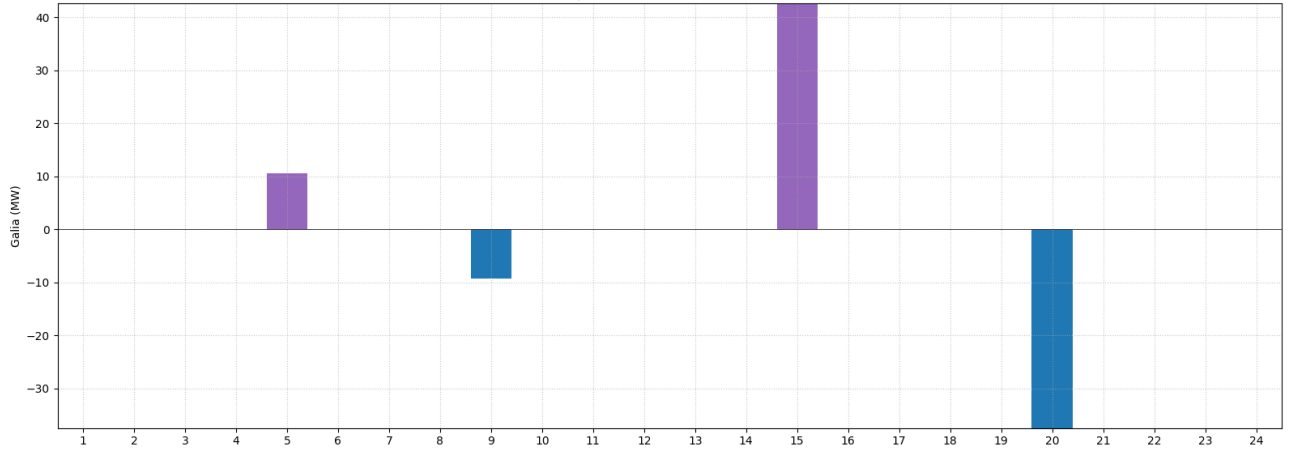
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	33.2	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

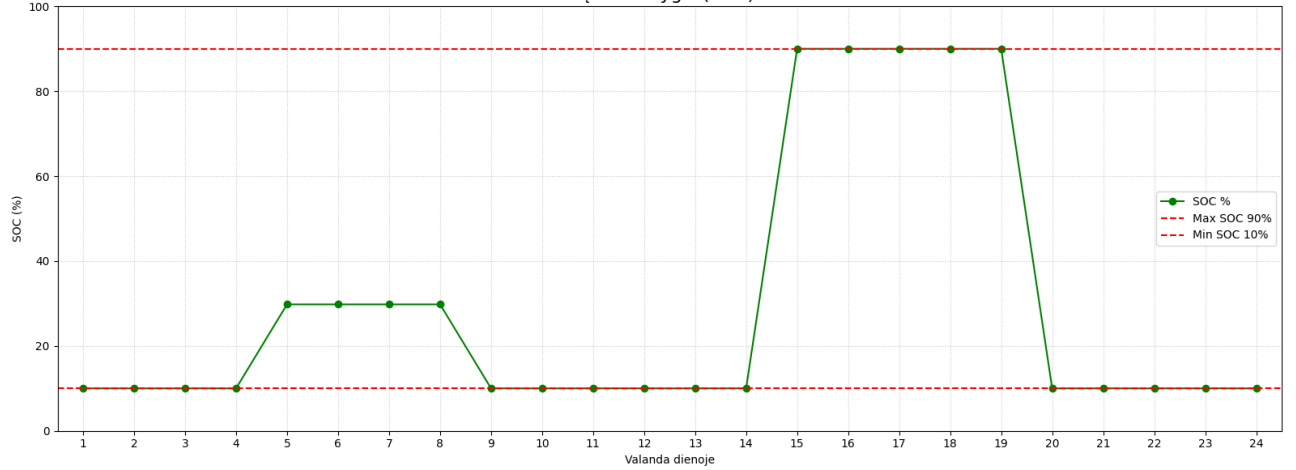
Elektros rinkų kainos - 2024-06-23



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovos lygis (SOC)



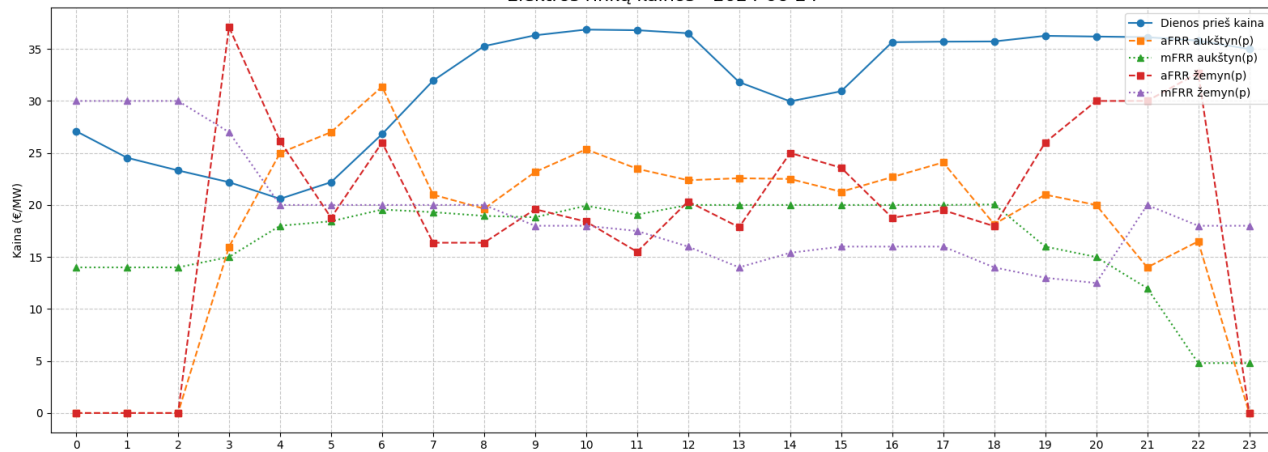
Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	3.39	0.0	0.0	4.0	24.0
2.0	0.0	0.0	0.0	3.6	26.0
3.0	-0.01	0.0	0.0	4.0	28.0
4.0	-0.02	11.64	20.34	6.8	32.0
5.0	0.0	13.27	22.87	8.0	36.0
6.0	0.0	29.06	14.54	16.0	18.0
7.0	1.03	29.42	14.54	18.0	18.0
8.0	18.01	32.7	14.54	18.0	18.0
9.0	34.99	29.42	16.37	13.0	19.21
10.0	25.42	15.82	20.34	7.2	36.0
11.0	9.94	14.35	20.34	6.4	36.0
12.0	4.07	14.35	20.34	6.4	36.0
13.0	1.6	16.22	22.87	6.4	36.0
14.0	1.18	14.04	20.34	6.4	36.0
15.0	0.44	15.67	20.34	8.0	36.0
16.0	0.09	22.87	16.37	18.0	18.0
17.0	1.74	21.0	23.58	18.0	18.0
18.0	4.99	21.5	22.18	24.09	18.0
19.0	25.73	18.9	22.18	23.7	18.0
20.0	36.83	20.5	22.18	17.27	18.0
21.0	36.53	26.07	30.0	20.99	18.0
22.0	34.44	20.0	30.78	13.0	18.0
23.0	31.91	11.4	30.78	15.0	30.0
24.0	29.14	0.0	0.0	14.0	30.0

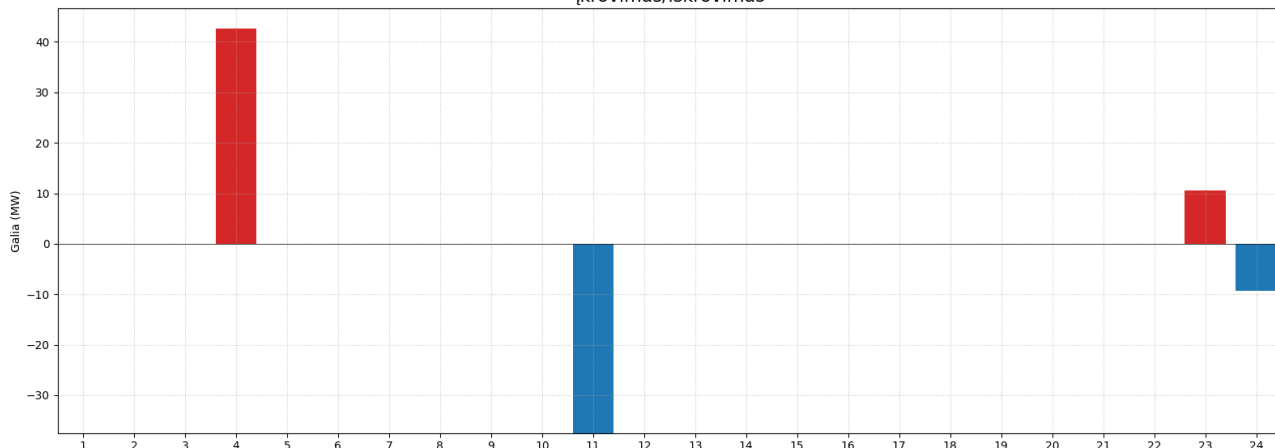
BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

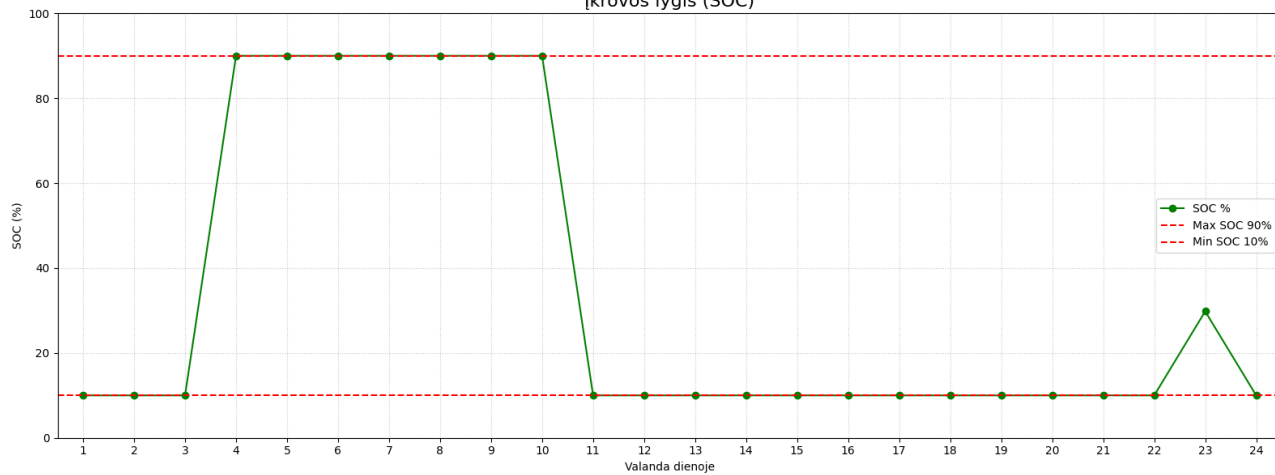
Elektros rinkų kainos - 2024-06-24



Įkrovimas/iškrovimas



Įkrovos lygis (SOC)



Valandinės kainos

Hour	DA	aFRR Up Cap	aFRR Down Cap	mFRR Up Cap	mFRR Down Cap
1.0	27.1	0.0	0.0	14.0	30.0
2.0	24.54	0.0	0.0	14.0	30.0
3.0	23.32	0.0	0.0	14.0	30.0
4.0	22.19	15.98	37.1	15.0	27.0
5.0	20.59	25.0	26.14	18.0	20.0
6.0	22.19	27.0	18.77	18.43	20.0
7.0	26.81	31.37	26.0	19.56	20.0
8.0	31.95	20.99	16.37	19.31	20.0
9.0	35.27	19.64	16.37	18.95	20.0
10.0	36.31	23.17	19.59	18.82	18.0
11.0	36.86	25.35	18.4	19.92	18.0
12.0	36.8	23.48	15.5	19.07	17.5
13.0	36.51	22.38	20.34	20.0	16.0
14.0	31.81	22.57	17.86	20.0	14.0
15.0	29.96	22.5	25.0	20.0	15.4
16.0	30.93	21.27	23.58	20.0	16.0
17.0	35.65	22.68	18.77	20.0	16.0
18.0	35.7	24.09	19.5	20.0	16.0
19.0	35.72	18.15	17.96	20.05	14.0
20.0	36.26	20.99	26.0	16.0	13.0
21.0	36.19	20.0	30.0	15.0	12.5
22.0	36.13	14.0	30.0	12.0	20.0
23.0	35.8	16.5	32.7	4.8	18.0
24.0	34.99	0.0	0.0	4.8	18.0

BEKS pasiūlymų rezultatai per valandą

Hour	DA_charge	DA_discharge	mFRR_up	mFRR_down	aFRR_up	aFRR_down
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
24.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0