

NULINIO GRYNOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTAS: TECHNOLOGINĖ APŽVALGA

2025-12-16



NULINIO GRYNOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTAS

ES NULINIO GRYNJOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTE NUSTATYTAS SIEKIS IKI 2050 M. NEUTRALIZUOTI KLIMATĄ

Ši apžvalga parengta, remiantis Nulinio grynojo išmetamo kiekio pramonės akto (*Net-Zero Industry Act*) dokumentais:

- https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_en
- https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/download/680f052a-fa6c-4f63-a1ec-c4866fa25a27_en?filename=SWD_2023_68_F1_STAFF_WORKING_PAPER_EN_V4_P1_2629849.PDF
- https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/download/9193f40c-5799-4b1d-8dfc-207300e9610d_en?filename=SWD_2023_219_F1_STAFF_WORKING_PAPER_EN_V9_P1_2785109.PDF

NULINIO GRYNJOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTAS (*NET- ZERO INDUSTRY ACT*)

ES dokumentas, kuriuo siekiama sparčiai išplėsti švarių technologijų gamybą Europoje ir sumažinti priklausomybę nuo importo.

KONTEKSTAS

Siekdama klimato neutralumo iki 2050 m., ES pristatė aktą – Žaliojo kurso pramonės plano dalį. Aktas nustato 2030 m. gamybos pajėgumų tikslą ir supaprastina nulinio grynojo poveikio technologijų reguliavimą, kad sumažintų strategines priklausomybes nuo importo, sustiprintų vidaus gamybą ir tiekimo grandinių atsparumą (išmokta po COVID-19 ir energetikos krizės). Tai padės ES tapti šios rinkos lydere.

SIEKIAMA PAGREITINTI STRATEGINIŲ NULINIŲ GRYNOJO IŠMETIMO TECHNOLOGIJŲ DIEGIMĄ EUROPOJE

Pagrindiniai akto tikslai:

Strateginiai nulinio grynojo išmetamo kiekio projektai: prioritetinių projektų, būtinų ES nulinio grynojo išmetamo kiekio pramonės atsparumui ir konkurencingumui stiprinti, nustatymas.

Biurokratijos mažinimas ir leidimų išdavimo spartinimas: administracinės naštos mažinimas plėtojant nulinio grynojo išmetamo kiekio gamybos projektus ir paprastesnės bei greitesnės leidimų išdavimo procedūros. Tai ypač bus naudinga įgyvendinant strateginius projektus, kuriems reikalingas greitesnis leidimų išdavimas, siekiant padidinti planavimo efektyvumą ir investicijų užsitikrinimą.

CO2 surinkimo pajėgumai: anglies dioksido surinkimo ir saugojimo projektų rėmimas, visų pirma didinant CO2 saugojimo vietų prieinamumą.

Investicijų pritraukimas: investicijų pritraukimas per „Net-Zero Europe“ platformą ir Europos vandenilio banką.

Palankesnių sąlygų patekti į rinkas sudarymas: atsinaujinančiųjų išteklių paklausos didinimas įgyvendinant tvarumo ir atsparumo kriterijus viešųjų pirkimų procedūrose ir aukcionuose.

Inovacijos: reguliavimo bandomųjų aplinkų, skirtų padėti kurti ir išbandyti novatoriškas nulinio grynojo išmetamo kiekio technologijas ir sudaryti vienodas sąlygas inovacijoms, sukūrimas.

Ilgūdžių gerinimas: nulinio grynojo išmetamo kiekio pramonės akademijų steigimas, padedant ir prižiūrint „Net-Zero Europe“ platformai. Jos teiks mokymus ir švietimą nulinio grynojo išmetamo kiekio technologijų srityje ir skatins kokybiškų darbo vietų kūrimą.

APIBRĖŽIAMOS AŠTUONIOS STRATEGINĖS NULINIO GRYNOJO IŠMETIMO TECHNOLOGIJOS – NUO ATSINAUJINANČIOS ENERGETIKOS IR VANDENILIO IKI CO₂ SURINKIMO BEI TINKLO INFRASTRUKTŪROS

Akto strateginės technologijos:



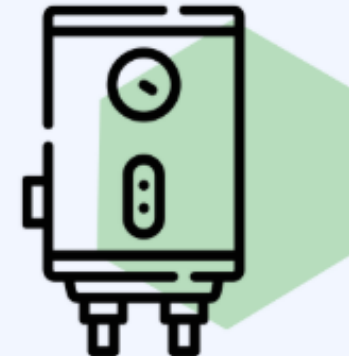
Sausumos ir jūrinio vėjo
energijos technologijos



Saulės fotovoltinės ir saulės
terminės technologijos



Baterijų ir energijos kaupimo
technologijos



Šilumos siurblių ir geoterminės
energijos technologijos



Elektrolizerių ir kuro gamybos
elementų technologijos



Tvaraus biometano ir biodujų
technologijos



Anglies dioksido surinkimo ir
saugojimo (CCS) technologijos



Tinklų technologijos (Grid)

TIKSLAS – DIDINTI ES BATERIJŲ SEKTORIAUS NEPRIKLAUSOMYBĘ NUO AZIJOS, SKATINANT VIETINĘ GAMYBĄ IR SIEKiant IKI 90 PROC. POREIKIO TENKINTI EUROPOJE

Akto baterijų ir energijos kaupimo technologijų pasirinkimo priežastys, susiję tikslai, priemonės:

Kodėl pasirinkta ši technologija?

Pasaulinėje baterijų gamyboje šiuo metu dominuoja Kinijos, Korėjos ir Japonijos bendrovės, o ES gamintojai siekia pasivyti, Europoje jau statoma keletas „gigafabrių“.

ES taip pat labai priklauso nuo importuojamų baterijų žaliavų (Li, Co, Ni, grafito) gavybos ir perdirbimo srityse.

Susiję su šia technologija tikslai:

Baterijų sektorius yra esminis transporto ir energetikos transformacijai – elektra varomi automobiliai laikomi pagrindine kelių transporto dekarbonizacijos technologija, o **stacionarūs baterijų kaupikliai yra būtini didelio atsinaujinančių išteklių (saulės, vėjo) integravimo į tinklą scenarijams.**

Akto priemonės:

- leidimų supaprastinimas strateginiams baterijų projektams.
- finansinės paramos prieiga (Europos baterijų aljansas, valstybės pagalba).
- tiekimo grandinės sutrumpinimas ir žaliavų perdirbimo rėmimas.
- gamybos pajėgumų išlaikymas ES rinkoje (90 proc. poreikio).

PROGNOZUOJAMA SPARTI ES BATERIJŲ PLĖTRA IR TIEKIMO GRANDINĖS STIPRINIMAS, SIEKiant iki 2025 m. sumažinti priklausomybę nuo Azijos

Akte numatoma ateities kryptis baterijų ir energijos kaupimo sektoriui:

Labiausiai dominuoja šios šalys:

Vokietija – „PowerCo/Volkswagen“, „CATL“, „Tesla“ ir kt.; li-ion elementai (prizminiai ir cilindriniai), daugiausia NMC ir LFP; taip pat katodo medžiagos ir moduliai / paketai.

Vengrija – „CATL“, „Samsung SDI“, „SK On“, „EVE“ klasteris; prizminiai / pouch elementai, LFP ir NMC, modulių / paketų gamyba.

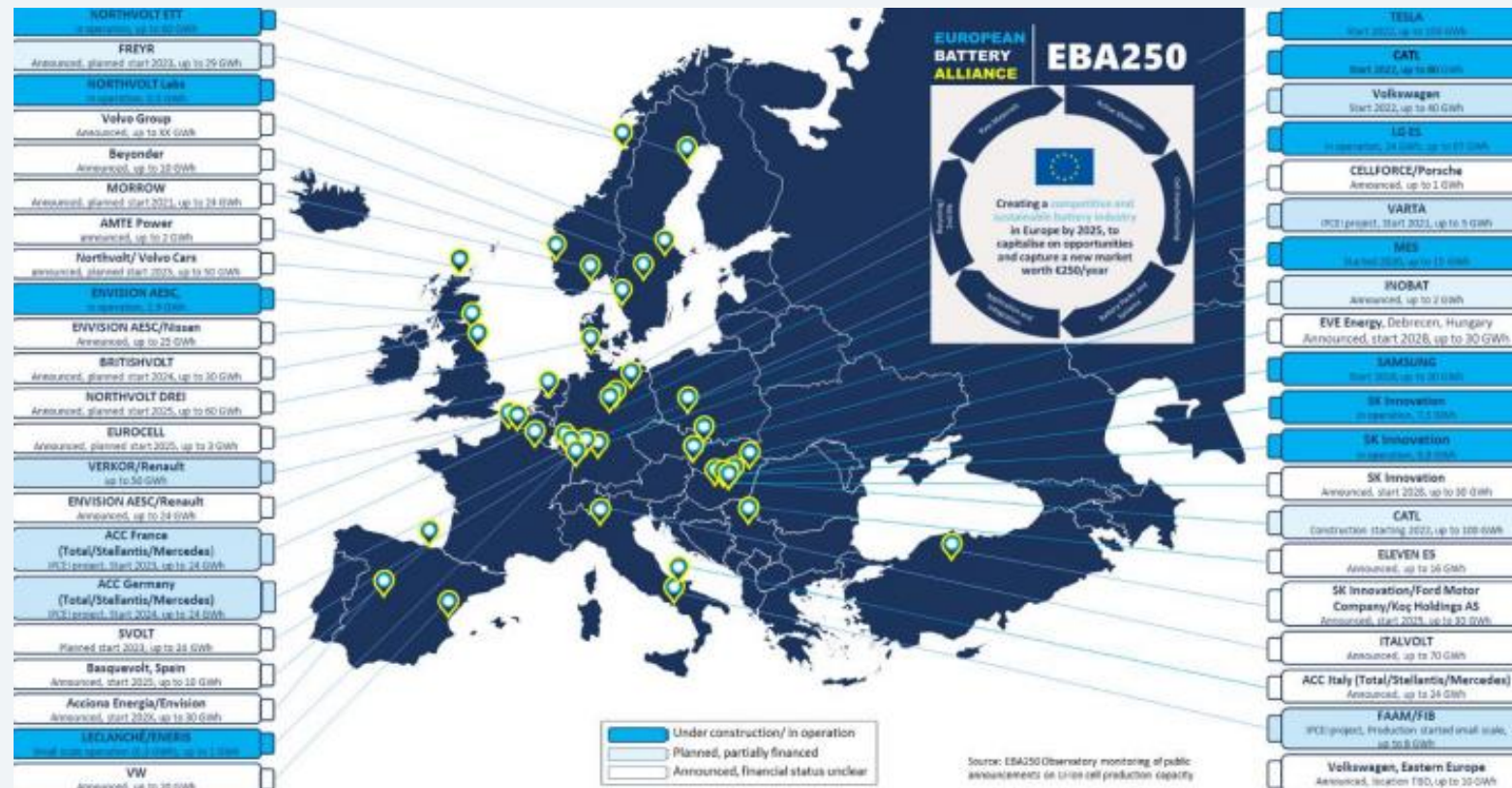
Lenkija – „LG Energy Solution“ (EV elementai), „Northvolt“ (moduliai / paketai), „Umicore“ (katodo aktyvios medžiagos); stipri elementų + komponentų bazė.

Švedija – „Northvolt“; prizminiai NMC elementai, katodo medžiagos ir perdirbimas.

Prancūzija – „ACC“, „Verkor“, „Envision AESC“; aukšto nikelio NMC ir LFP elementai, moduliai / paketai.

Norvegija – „FREYR“, „Morrow“; daugiausia LFP/semikietos technologijos, orientacija į EV ir energijos kaupimo (ESS) rinkas.

Esamos ir paskelbtos baterijų elementų gamyklos Europoje



Kartoschema iliustruoja 2021 m. Europoje planuotą baterijų „gigafabrikų“ tinklo plėtrą. Sąrašė pateikti projektų pavadinimai, planuojamos galios (GWh) ir starto metai, fabrikų plėtros statusas: ryškiai mėlyna – statoma arba jau veikia, šviesiai mėlyna – suplanuota, dalinai finansuota, balta – tik paskelbta, finansavimas neaiškus. **Europa telkia vietinę baterijų gamybą, kad iki 2025 m. turėtų konkurencingą, tvarią tiekimo grandinę ir didelę EV rinkos vertės dalį.**

PROGNOZUOJAMA, KAD IKI 2030 M. ES BATERIJŲ GAMYBOS PAJĖGUMAI IŠAUGS 1,84 KARTO – IKI 886 GWh PER METUS IR UŽIMS APIE 19 PROC. PASAULINĖS RINKOS

Akte numatoma ateities kryptis baterijų ir energijos kaupimo sektoriui:

Nuo 2018 m. iki 2030 m.: bendra metinė baterijų celių gamybos galia kyla 19,5 karto; absoliutus prieaugis +6 649 GWh.

Regioninė dinamika (2023–2030 m.): ES ir JAV – greičiausiai augančios šalys, tačiau Kinija išlieka didžiausia ir 2030 m. sudaro didžiausią rinkos dalį.

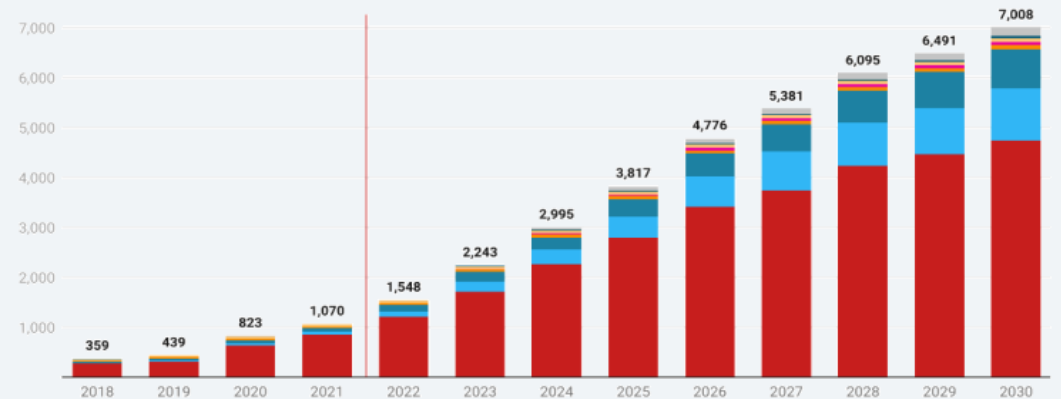
Nuo 2025 m. iki 2030 m. bendra baterijų gamyba išaugs 1,84 karto.

Iki 2030 m. ES gamybiniai pajėgumai sieks apie 886 GWh/metus – tai patenkintų 89 proc. numatomos ES baterijų paklausos.

Pasaulinės baterijų elementų gamybos pajėgumų prognozė

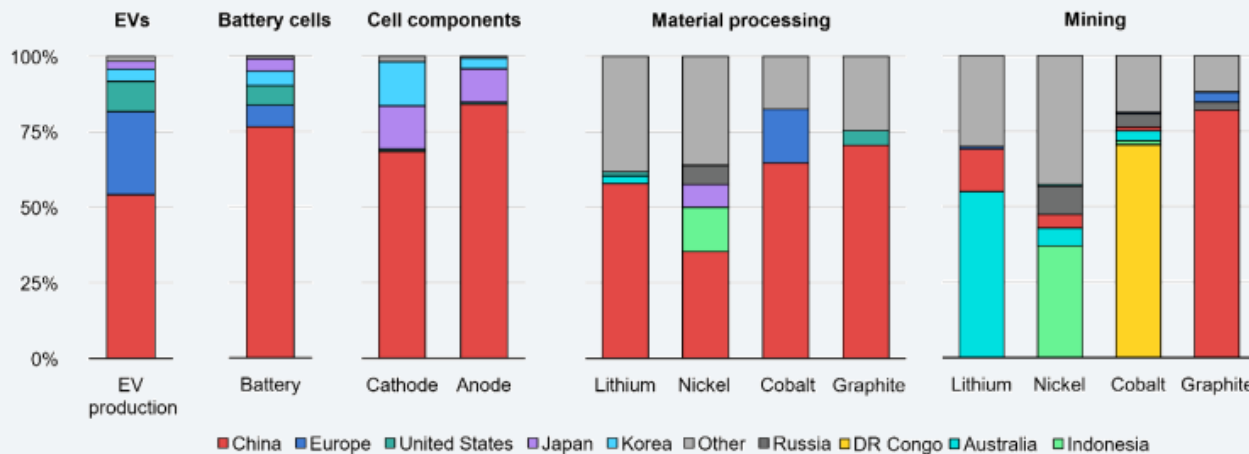
Forecast of global battery cell manufacturing capacity [GWh]

China EU USA Japan Norway South Korea UK Other



Latest data update October 2022
Source: JRC/RMIS

Gamybos ir pajėgumų geografinis pasiskirstymas pagal tiekimo grandinės elementą, 2021 m.



ES baterijų sektoriaus trūkumai:

Didelė priklausomybė nuo trečiųjų šalių žaliavų ir nėra ličio rafinavimo pajėgumų Europoje.

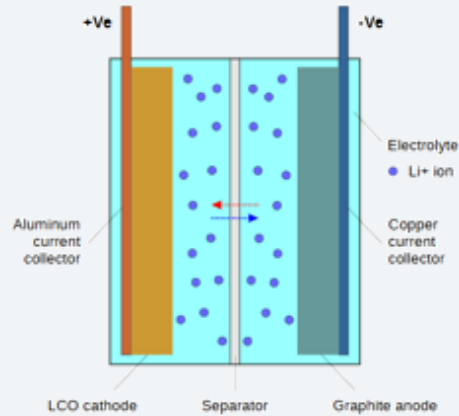
Maža masinės Ličio-jonų gamybos patirtis tarp ES būstines turinčių įmonių. Celių gamybos įranga daugiausia importuojama iš Azijos, todėl sunku konkuruoti kaina su pasauliniais lyderiais.

Dabar ES dėmesys skiriamas aukštos veikos elementams – ypač nikelio turtingoms NMC cheminėms sudėtimis, nes jų nori EV gamintojai.

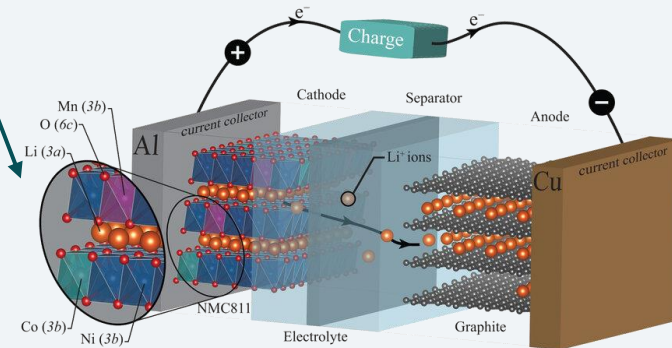
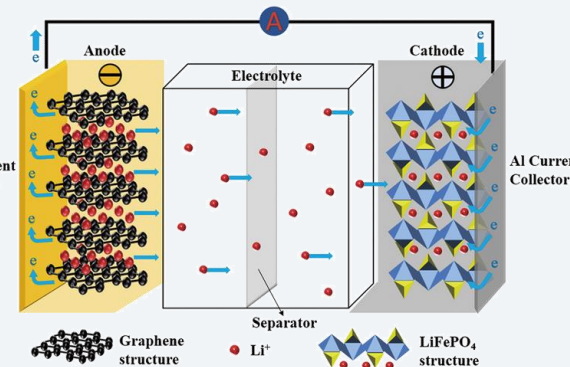
Neprioritetinės chemijos Europoje: LFP, natrio jonų ir redokso srautų (redox-flow) baterijos.

AKTO DOKUMENTUOSE DOMINUOJA PENKIOS BATERIJŲ TECHNOLOGIJOS: LIČIO JONŲ, NMC SU DIDELIU NIKELIO KIEKIU, NMC 622, NCA IR LFP BATERIJOS

Ličių-jonų (Li-ion)

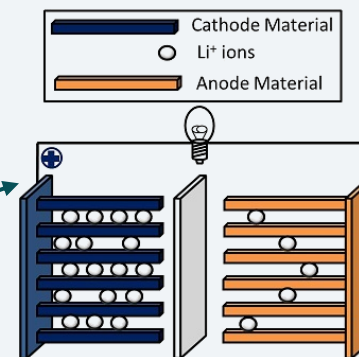


Nikelio–mangano–kobalto baterijos su dideliu nikelio kiekiu (NMC)

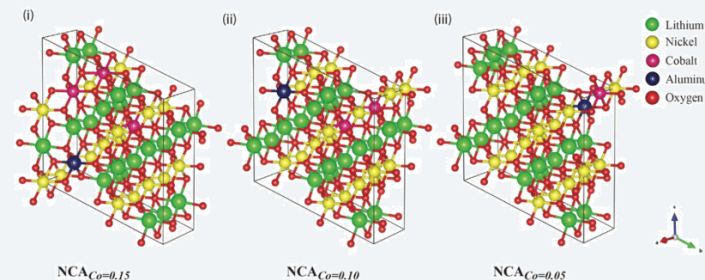


Ličio geležies fosfato (LFP)

Nikelio–mangano–kobalto (NMC622)



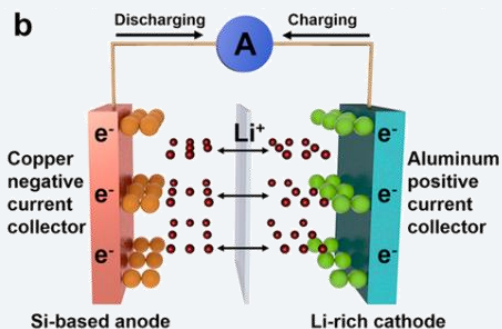
Nikelio–kobalto–aluminio (NCA)



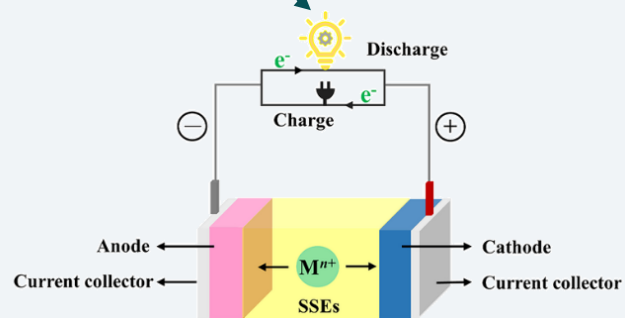
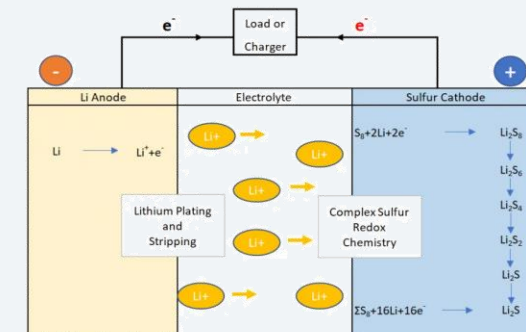
IŠSKIRIAMOS PAGRINDINĖS TIRIAMOS TECHNOLOGIJOS: SILICIO ANODAI, LIČIO SIEROS, KIETAKŪNĖS, LIČIO METALO, REDOKSO SRAUTO, AUKŠTOS TEMPERATŪROS NATRIO IR NATRIO BATERIJOS

Siliciu praturtinti
anodai (Si-rich)

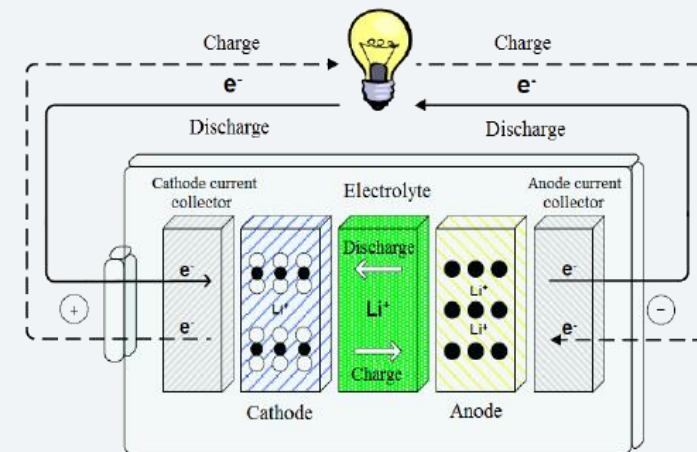
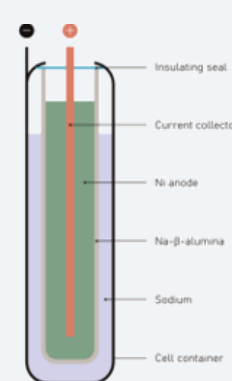
Kietakūnės (Solid-
state, SSB)



Ličio-sieros (Li-S)

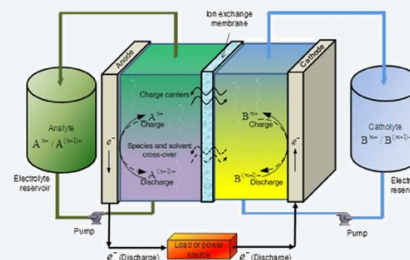
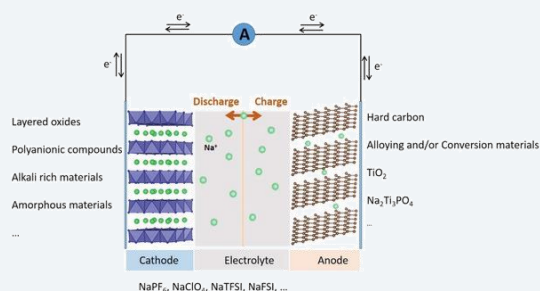


Aukštos temperatūros
natrio (Na-S; Na-
NiCl₂/metalų halidų)



Redokso srauto (flow)

Natrio-jonų (Na-
ion)

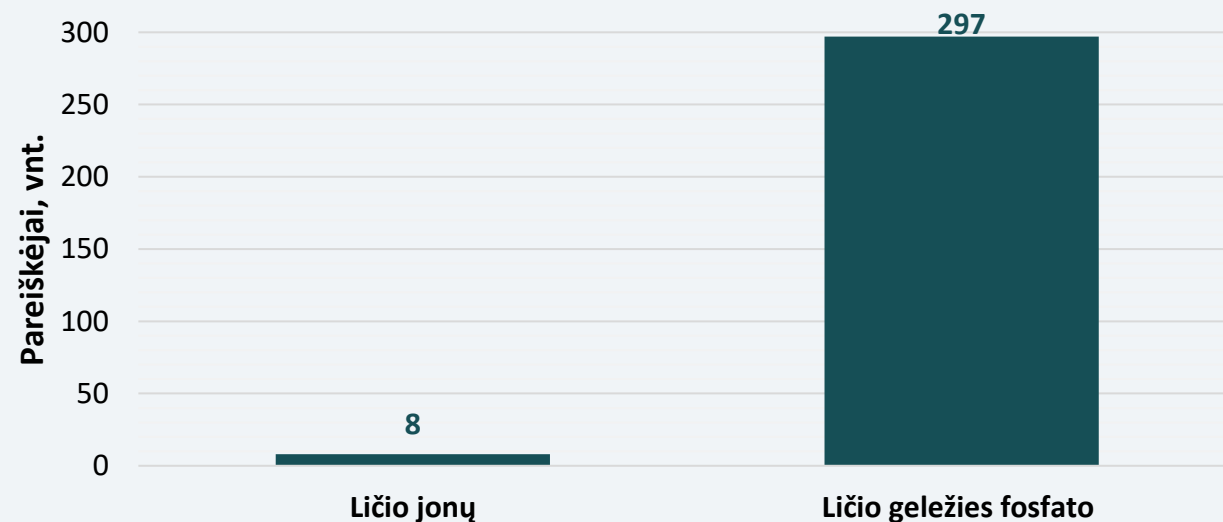


Ličio metalo anodai (Li-
metal)

NORS AKTE LIČIO JONŲ (ĮSKAITANT LiFePO_4) BATERIJOS TRAKTUOJAMOS KAIP DABARTIES, O NE ATEITIES PRIORITETAİ, LIETUVOJE VALSTYBĖS FINANSUOJAMUOSE PROJEKTUOSE ŠIANDIEN VIS DAR DOMINUOJA BŪTENT ŠIOS TECHNOLOGIJOS

- Akte ličio jonų baterijos (įskaitant ličio geležies fosfato – LiFePO_4) traktuojamos kaip dabarties prioritetai, o ne kaip netolimos ateities kryptis – ateičiai labiau akcentuojamos naujesnės baterijų chemijos.
- Lietuvos praktika: Lietuvos energetikos agentūros finansuojamuose projektuose – ličio pagrindo kaupikliai: tik apie 3 proc. finansuojamų kaupimo įrenginių yra ličio jonų, o net 97 proc. – ličio geležies fosfato (LiFePO_4) kaupimo įrenginiai.
- Dažniausiai pasirenkamos LiFePO_4 baterijos: nors šie kaupikliai brangesni, bet jie saugesni, geriau atlaiko aukštą temperatūrą ir turi daugiau įkrovimo–iškrovimo ciklų, todėl per visą eksploatavimo laiką gali būti ekonomiškesni – dėl to LEA pateikusieji paraiškas renkasi būtent LiFePO_4 .

PAREIŠKĖJŲ, KURIEMS SKIRTAS FINANSAVIMAS, SKAIČIUS PAGAL KAUPIMO ĮRENGINIO TYPĄ (2025-12-09)



**NULINIO GRYNJOJO IŠMETAMO KIEKIO
PRAMONĖS AKTO, TARPTAUTINĖS
ENERGETIKOS AGENTŪROS
IR EUROPOS BATERIJŲ PARTNERYSTĖS
KELIAMŲ TECHNOLOGINIŲ TIKSLŲ
PALYGINIMAS**

IKI 2027–2030 M. NUMATOMA IŠVYSTYTI PAŽANGIAS BATERIJŲ TECHNOLOGIJAS – SILICIU PRATURTINTUS ANODUS, LIČIO METALO ANODUS, KIETAKŪNES IR LIČIO-SIEROS BATERIJAS

Aprašymai	NULINIO GRYNOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTAS	TARPTAUTINĖ ENERGETIKOS AGENTŪRA	EUROPOS BATERIJŲ PARTNERYSTĖ
Siliciu praturtinti anodai (Si-rich)	Vyksta reikšmingi tyrimai didesnio energijos tankio kryptims, pvz., siliciu praturtintiems anodams (patvarumo problemos, pirmieji sprendimai jau rinkoje).	Apie 30 proc. ličio jonų baterijų anodų jau turi silicį (dažniausiai kaip silicį turintis grafitas). Tikimasi, kad Si dalis anoduose toliau didės ir leis mažinti natūralaus / dirbtinio grafito poreikį bei kelti energijos tankį.	Siekiama sukurti silicio ir anglies kompozitus su iki 20 proc. silicio (apie 1000–1200 mAh/g talpa, geresnis stabilumas ir greitas įkrovimas), kad būtų padidintas ličio jonų baterijų energijos tankis ir sumažintas grafito poreikis.
Ličio metalo anodai (Li-metal)	Gamyba sudėtinga, tikimasi apie 2030 m.	Pažymi, kad ličio metalo anodai galėtų suteikti dar didesnį energijos tankį nei dabartiniai ličio jonų, kai tik jie taps komerciškai prieinami. Potencialiai šios technologijos (ASSB su ličio-metalu anodu) literatūroje vertinamos 2–3 kartus didesniu energijos tankiu už šiandienines baterijas.	BATT4EU integruojamas projektas „SAFELiMOVE“ (2020–2024 m.) kuria kietojo elektrolito ličio-metalu baterijas elektromobiliams, orientuotas į dendritų augimo kontrolę ir ličio sluoksnio ploninimą siekiant didesnio energijos tankio ir saugumo.
Kietakūnės baterijos (Solid-state, SSB)	Kietakūnės (didelės sąnaudos, sudėtinga gamyba, komercija kai kurioms nišoms).	Kietakūnės baterijos šiuo metu yra pilnų prototipų stadijoje ir pirmųjų komercinių produktų tikimasi 2027-2029 metų laikotarpiu, įskaitant didžiuosius automobilių tiekėjus	Gen4 (ličio-metalu kietakūnės) baterijoms keliama aukšti energijos tankio tikslai (virš 350–400 Wh/kg) ir ilgaamžiškumas tūkstančių ciklų lygiu, o projektas „SEATBELT“ kuria saugią, pigesnę viso kietojo elektrolito ličio-metalu bateriją su tvariomis medžiagomis, siekiančią >380 Wh/kg ir >500 ciklų.
Ličio-sieros (Li-S)	Ličio-sieros baterijos (patvarumo problemos).	2024 m. Lyten paskelbė planus statyti pirmą pasaulyje ličio-sieros akumuliatorių gigafabriką JAV plečiantis į Europą, kurio pirmos fazės veiklos pradžia planuojama 2025–2026 m.	Ličio-sieros baterijoms numatomas >400 Wh/kg energijos tankis, geresnis ciklų stabilumas ir „shuttle“ efekto mažinimas. Ilgesniu laikotarpiu (apie 2030 m. ir vėliau) tikimasi pademonstruoti pažangias, įskaitant ir kietakūnes, ličio-sieros sistemų koncepcijas.

ARTIMIAUSIU METU PIGESNĮ IR SAUGESNĮ KAUPIMĄ UŽTIKRINS NA-S/NA-NICL₂ SISTEMOS, O PO 2030 M. – LABAI DIDELIO TANKIO LIČIO- IR METALO-ORO BATERIJOS

Aprašymai	NULINIO GRYNJOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTAS	TARPTAUTINĖ ENERGETIKOS AGENTŪRA	EUROPOS BATERIJŲ PARTNERYSTĖ
Aukštos temperatūros natrio (Na-S; Na-NiCl₂/metalų halidų)	Ypač natrio-sieros ir natrio metalo halido, yra gerai įsitvirtinusios, o jų vaidmuo ateityje žymiai padidės.	Natrio-sieros baterijos sulaukia vis didesnio susidomėjimo kaip alternatyva trumpalaikio veikimo ličio jonų sistemoms ilgalaikio saugojimo reikmėms.	Ragina vystyti „beyond-Li“ baterijas stacionariam kaupimui, įskaitant įvairias natrio chemijas (natrio-sieros, natrio-metalo halido), redokso-srauto ir metalo-oro sistemas, kad jos galėtų patenkinti vidutinės ir ilgos trukmės energijos saugojimo poreikius.
Ličio-oro (Li-air)	-	Technologija turi labai didelį teorinį energijos tankį, tačiau išlieka labai ankstyvoje MTEP stadijoje (žemas TRL). ES kontekste ji priskiriama 5-ajai („post-Li-ion“) kartai, tikimasi ilgalaikės (>2030 m.) perspektyvos, be artimo laikotarpio komercinių tikslų.	Įvardyta kaip Gen.5 („post-Li-ion“) technologija. SRIA ją laiko ilgalaikę kryptimi su „2030+“ ir vėlesniu industrializacijos horizontu, nedetalizuojant konkrečių trumpalaikių tikslų.
Metalo-oro (Metal-air)	-	TEA palaiko šių baterijų plėtrą, nes jos gali teoriškai sukaupti daug energijos ir naudoja tvaresnes medžiagas; ši technologija laikoma viena iš naujų ilgalaikių mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros krypčių.	BATT4EU išskiria atskirą MTEP kryptį metalo–oro (ypač stacionarioms) baterijoms, kurioms iki maždaug 2030 m. kelia tikslus pasiekti 200+ Wh/kg ir 800+ Wh/l energijos tankį bei 2000–5000 ciklų ilgaamžiškumą.

LIČIO JONŲ BATERIJŲ SVARBA ILGANIUI MAŽĖS, NES DIDESNĘ ENERGIJOS KAUPIMO RINKOS DALĮ UŽIMS PIGESNĖS IR SAUGESNĖS LFP, NATRIO JONŲ IR SRAUTINĖS SISTEMOS

Aprašymas	NULINIO GRYNOJO IŠMETAMO KIEKIO PRAMONĖS AKTAS	TARPTAUTINĖ ENERGETIKOS AGENTŪRA	EUROPOS BATERIJŲ PARTNERYSTĖ	LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTO MEDŽIAGA
Ličio jonų	Dominuojanti elektromobiliuose (EV) ir stacionariuose energijos kaupimo sistemose; jų kaina sparčiai mažėja ir tikimasi, kad jos išliks pagrindine chemija artimoje ateityje.	Ličio jonų baterijos, kurios aprūpina energija didžiąją dalį elektromobilių ir stacionarių energijos kaupimo sistemų, nuo 2010 m. atpigo maždaug 90 proc. ir dabar sudaro daugumą iš daugiau kaip 2 400 GWh 2023 m. energijos sektoriuje naudotų baterijų.	Mažiau nei 1 proc. pasaulio ličio jonų baterijų elementų šiuo metu gaminama Europoje, todėl ličio jonų technologija laikoma pagrindine strategine vertės grandine, kurioje MTI ir inovacijos turi stiprinti konkurencingą, tvarią Europos baterijų pramonę.	Įvardytos kaip turinčios didelį energijos tankį ir aukštą efektyvumą (>90 proc.), todėl plačiai naudojamos namų ūkiuose (5-15 kWh talpa), elektromobiliuose ir mobiliuose įrenginiuose, bet stacionariam energijos kaupimui jos yra brangesnės, turi ribotesnį tarnavimo laiką (apie 8–15 metų) ir kelia didesnę gaisro bei perkaitimo riziką; iki 2030 m. stacionariojo energijos kaupimo rinkoje jų dalis mažės ir jos nebedominuos (bendrai Europoje ir Lietuvoje).
Ličio geležies fosfato	Pigesnė, mažesnio energijos tankio chemija, plačiai naudojama ekonomiškiauose elektromobiliuose, ypač Kinijoje, pasižyminti mažesne sistemos kaina nei NMC baterijų, tačiau šiuo metu nėra pagrindinis aukštos našos ES elementų gamintojų dėmesio objektas.	LFP yra pasižyminti mažesniu energijos tankiu, bet ilgesniu eksploatavimo laiku ir mažesne kaina; šiuo metu ji aprūpina beveik pusę pasaulio elektromobilių baterijų ir apie 80 proc. naujų kaupimo įrenginių, o jos tiekimo grandinė yra itin sutelkta Kinijoje.	Apibūdinama kaip „ekonomiškai mažos vertės“ baterijų chemijos pavyzdys, kuriam reikia naujų tiesioginio perdavimo koncepcijų, o partnerystė jau finansuoja projektus, skirtus atliekų srautų ir mažos vertės cheminių sudėčių, įskaitant LFP, perdirbimui kaip savo ilgalaikės žaliavų ir perdavimo strategijos dalį.	Išskirta kaip saugesnė ir ilgaamžė technologija (apie 4000–12 000 ciklų), pasižymi temperatūriniu stabilumu ir mažesniu aplinkos poveikiu, todėl šiuo metu laikomos pagrindine namų ūkių (5-30 kWh) ir saulės elektrinių energijos kaupimo technologija (<5MWh); prognozuojama, kad iki 2030 m. LFP pagrindu veikiančių energijos kaupimo sistemų apimtys augs rekordiškai ir ši chemija išliks dominuojanti (bendrai Europoje ir Lietuvoje).
Natrio-jonų (Na-ion)	Komercializuota Kinijoje, yra saugios, pigios, nereikalauja kritinių žaliavų, o jų vaidmuo ateityje žymiai didės, nepaisant mažesnio energijos tankio nei aukštos kokybės ličio jonų baterijų.	Prognozuojama, kad iki 2030 m. natrio jonų elementai sudarys <10 proc. EV baterijų, tačiau jų dalis stacionariame energijos saugojime didės, nes jie pigesni ir nenaudoja ličio, todėl sąnaudos apie 30 proc. mažesnės.	Išskirta kaip perspektyvi po ličio jonų chemija ateities sistemoms, ypač stacionarioms saugykloms, tačiau reikalaujanti tolesnių mokslinių tyrimų ir inovacijų, siekiant pagerinti jos veikimą ir integravimą į baterijų vertės grandinę.	Pristatytos kaip pigesnė alternatyva ličio jonų kaupikliams: jos gaminamos iš gausių žaliavų, yra saugesnės, gerai veikia ir žemoje temperatūroje, ypač tinka namų ūkiams ir stacionariam tinklų, saulės ir vėjo elektrinių energijos kaupimui, tačiau turi mažesnę energijos tankį ir dar tik pereina į ankstyvą komercinę stadiją.
Srautinės (redokso srauto (flow))	Redokso baterijos lanksčios galios ir energijos skalės atžvilgiu, potencialiai tinkamos sezoniniam energijos kaupimui, o jų vaidmuo didės, kadangi komerciškai atsiranda ne vanadžio pagrindo versijos.	Redokso baterijos yra potencialus proveržis elektros tinklo saugojimo srityje, nes jų našumas nesumažėja 25–30 metų ir jos gali nepriklausomai didinti energijos talpą palyginti mažomis sąnaudomis.	Redokso baterijos pabrėžiamos kaip svarbios kuriamos stacionaraus energijos saugojimo sprendimas; BATT4EU ragina tęsti tyrimus ir inovacijas redokso srauto (pvz., vanadžio) sistemose, kad būtų išplėstos ekonomiškos ilgalaikio saugojimo galimybės už ličio jonų baterijų ribų.	Srautinės baterijos akcentuotos kaip ilgaamžės (20+ metų) ir saugus sprendimas dideliems energijos kiekiams – leidžia 100 proc. iškrovimą, neturi talpos degradacijos ir geriausiai tinka pramonės įmonėms, elektros tinklų balansavimui bei saulės/vėjo parkams, tačiau jos brangios, užima daug vietos; įvardytos kaip augančio vaidmens technologija, kurios dalis didelio masto projektų rinkoje iki 2030 m. didės.

TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS, TECHNINIAI PARAMETRAI IR IŠŠŪKIAI

SILICIO IR LIČIO METALO ANODAI DIDINA ENERGIJOS TANKĮ, KIETAKŪNĖS BATERIJOS – SAUGUMĄ, O LIČIO SIEROS – LENGVUMĄ IR EKONOMIŠKUMĄ

LIETUVOS
ENERGETIKOS
AGENTŪRA

	Siliciu praturtinti anodai (Si-rich)	Ličio-metalo anodai (Li-metal)	Kietakūnės baterijos (Solid-state, SSB)	Ličio-sieros (Li-S)
Taikymas	Komerciškai taikoma aukštos vertės mobiliems įrenginiams (dronai, e-aviacija, gynyba, elektronika), kur suteikia 30–80 proc. ilgesnį veikimo laiką, tačiau tinklo BESS srityje kol kas tėra perspektyva, o ne plačiai diegiama praktika.	Diegiama aukštos energijos judriems taikymams (elektrinė aviacija, EV, gynyba), o ilgalaikėje perspektyvoje – ir kompaktiškiems, didelį energijos tankį reikalaujantiems BESS sprendimams.	Perspektyva taikyti ateityje didelio masto BESS saugiam, didelio tankio energijos kaupimui, daugiausia vystoma EV ir aviacijos taikymams, o vartotojų elektronikoje, dronuose/eVTOL ir pramonės robotikoje leidžia labai greitą (10–15 min.) įkrovimą, lengvesnes ir temperatūrai atsprias baterijas bei ilgas darbo valandas be gedimų.	Tinka ekonomiškam, didelio energijos tankio stacionariam kaupimui didelio masto sistemose, bet daugiausia vystoma ilgesniems skrydžiams aviacijoje ir dronuose (>400 Wh/kg), didelę talpą nešiojamai elektronikai bei ilgalaikį IoT jutiklių maitinimą atokiose vietose.
Techniniai parametrai	Optimizuoti kompozitiniai silicio turintys anodai šiandien rodo 500–800 ciklų iki 80 proc. talpos ir leidžia pasiekti 350–450 Wh/kg celės energijos tankį, esant 5–10 mg/cm ² aktyvios medžiagos apkrovai.	Apsaugotuose dizainuose šiandien demonstruojamos ličio-metalo celės pasiekia 400–500 Wh/kg energijos tankį ir kelis šimtus ciklų (>300–500) su 99 proc. kuloniniu efektyvumu; >500 ciklų tokiu tankiu kol kas yra pažangūs tyrimų tikslai.	Pažangūs prototipai rodo >500–1000 ciklų su >80 proc. talpos, o kai kurios laboratorinės sistemos veikia ir platesniame temperatūrų diapazone (iki 100–120 °C), tačiau dabartiniai automobilių demonstratoriai labiau atitinka 375 Wh/kg, >600 ciklų ir maždaug –30–45 °C darbo intervalą.	Praktiniai ličio sieros elementai šiandien demonstruoja 300–450 Wh/kg specifinį energijos tankį, esant ≥5–10 mg/cm ² sieros apkrovai ir ribotam elektrolito kiekiui. Ciklų skaičius paprastai siekia kelis šimtus; 400–500 Wh/kg su >500 ciklų yra artimiausių metų tyrimų tikslas, o 600 Wh/kg ir >1000 ciklų šiuo metu išlieka ilgesnės trukmės vizija.
Techniniai iššūkiai	Silicis patiria labai didelį tūrio plėtimąsi (300–320 proc.), dėl kurio mechaniškai skyla anodas ir trūkinėja SEI sluoksnis, pirmame cikle prarandama 20–40 proc. talpos, gryname silicyje jonų ir elektronų laidumas yra mažas, o didelės apkrovos anodų masinė gamyba – sudėtinga.	Ličio dendritų augimas gali sukelti trumpąjį jungimą ir gaisro pavojų, pats litis yra labai reaktyvus su drėgme ir CO ₂ , o mažas kritinis srovės tankis riboja saugų įkrovimo greitį.	Didelė sąsajos varža tarp elektrolito ir elektrodų (ypač sulfidų), dendritų skverbtis per keraminius elektrolitus >0,5 mA/cm ² , jų mechaninis trapumas, brangūs vakuuminiai gamybos procesai ir sulfidinių elektrolitų jautrumas drėgmei apsunkina šių sistemų patikimą ir pigų pritaikymą.	Polisulfidų „shuttle“ efektas sukelia talpos mažėjimą, o labai mažas sieros laidumas, apie 80 proc. tūrio pokytis katode ir žemas praktinis elektrolito/sieros (E/S) santykis dar labiau apsunkina stabilų ličio-sieros baterijų darbą.

EKONOMIŠKAM DIDELIO MASTO STACIONARIAM ENERGIJOS KAUPIMUI IR TINKLO BALANSAVIMUI VYSTOMOS NATRIO JONŲ, REDOKSO SRAUTO IR AUKŠTOS TEMPERATŪROS NATRIO BATERIJOS

	Natrio-jonų (Na-ion)	Srautinės (redokso srauto (flow))	Aukštos temperatūros natrio (Na-S; Na-NiCl ₂ /metallų halidų)
Taikymas	Tinka namų ūkiams, ekonomiškam didelio masto stacionariam energijos kaupimui, tinklo stabilizavimui ir atsinaujinančių šaltinių integracijai, taip pat perspektyvi pigesniems EV ir miesto transportui, e-dviračiams, miestų transportui, dronams, nešiojamiems įrenginiams ir IoT jutikliams atšiauriomis sąlygomis, tačiau dėl mažesnio energijos tankio mažiau tinkama aukštos klasės elektromobiliams.	Skirta didelio masto stacionarioms sistemoms – tinklo balansavimui, atsinaujinančios energijos integracijai, 4–12+ val. ilgalaikiam kaupimui, apkrovų išlyginimui, mikrotinklams bei modulinėms pramonės ir komercinėms sistemoms – tačiau dėl mažo energijos tankio nėra tinkama mobilumui.	Skirta stacionariam tinklo energijos kaupimui, atsinaujinančiai energetikai ir apkrovų balansavimui, telekomunikacijų atsarginei energijai, o šiuo metu daugiausia naudojama pramonėje didelės galios ir ilgo tarnavimo sistemoms kontroliuojamoje aplinkoje.
Techniniai parametrai	Tokios baterijos naudoja gausias medžiagas be ličio ir kobalto, užtikrina 3 000–6 000 (iki 10 000) ciklų su 80 proc. talpos, 150–175 Wh/kg (plėtojama iki 250 Wh/kg) energijos tankį, vidutinę galią su galimu 5C greitu įkrovimu, veikia –40–70 °C temperatūroje, 2,0–3,5 V įtampoje ir pasiekia 90–95 proc. efektyvumą.	Šios sistemos pasižymi labai ilgu tarnavimu – 10 000–20 000+ ciklų su minimaliu degradavimu, mažu 20–50 Wh/L energijos tankiu, lengvai plečiama galia, veikimu 0–100 °C temperatūroje su vandeningais elektrolitais, 1,2–1,5 V įtampa ir 70–85 proc. efektyvumu.	Šios aukštos temperatūros natrio baterijos veikia 1 000–4 500 ciklų išlaikydamos 80 proc. talpos, turi 150–220 Wh/kg (Na-S) ir 100–166 Wh/kg (Na-NiCl ₂) energijos tankį, didelę galią (iki 75 mW/cm ²), dirba 190–350 °C temperatūroje prie 2,0–2,58 V įtampos, pasiekia 80–90 proc. efektyvumą, bet reikalauja šildymo ir beta-aliuminio elektrolito.
Techniniai iššūkiai	Mažesnis energijos tankis nei ličio jonų reiškia didesnes baterijas, lėta Na ⁺ difuzija riboja galią ir įkrovimo greitį, tūrio pokyčiai ir dendritai blogina ciklų stabilumą, o gamybos mastelio bei tiekimo grandinės vėlavimai trukdo spartesnei plėtrai.	Dėl mažo energijos tankio šios sistemos reikalauja didelio tūrio ir brangių medžiagų bei membranų, jų efektyvumą mažina elektrolito persilieėjimas, srovės nuotėkiai, membranų užterštumas, siurblių ir klampumo nuostoliai, o kai kurios cheminės sudėtytys kelia toksiškumo ir aplinkosaugos riziką.	Dėl aukštos darbinės temperatūros šios baterijos patiria šilumos nuostolius ir reikalauja geros izoliacijos, kenčia nuo traukos ir korozijai jautraus beta-aliuminio, kelia gaisro riziką dėl galimo išsilydžiusio natrio nutekėjimo, degraduoja augant dalelėms ir migruojant polisulfidams, jų gamyba yra sudėtinga ir medžiagoms imli, o veikimas be šildymo smarkiai ribotas.

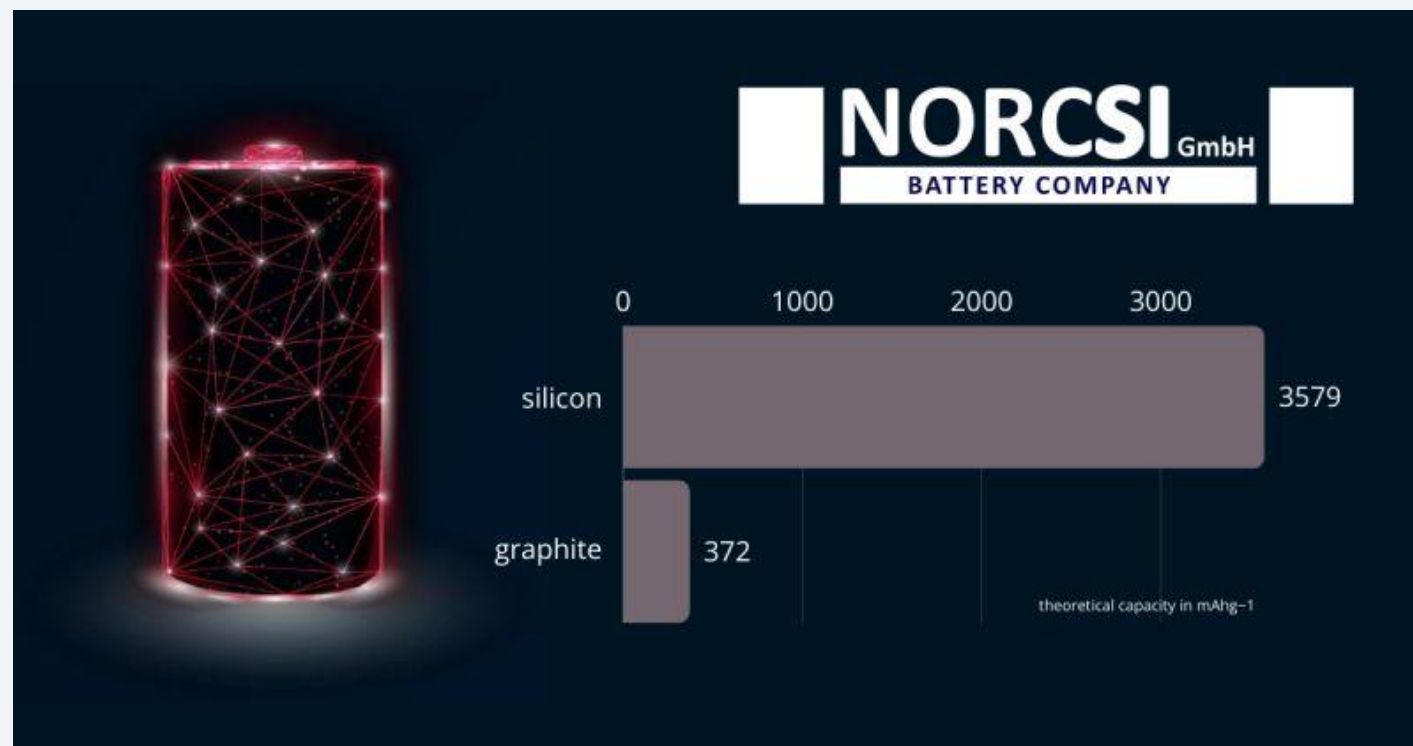
TECHNOLOGIJŲ PROJEKTŲ PAVYZDŽIAI

EUROPOS PROJEKTAI, TOKIE KAIP NORCSI, BATT4EU IR SIGNE, KURIA SILICIU PRATURTINTUS ANODUS, UŽTIKRINANČIUS KELIS KARTUS DIDESNĘ EV BATERIJŲ TALPĄ IR ĮKROVIMO SPARTĄ NEI GRAFITAS

Siliciu praturtinti anodai:

- **NorcSi (Vokietija):** 2025 m. liepos mėn. surinkta 10,7 mln. eurų; 2026 m. pavasarį Halėje pradės veikti gryno silicio anodų gamykla, kurios tikslas – 10 kartų padidinti ličio absorbciją, kad įkrovimas būtų greitesnis, o tankis didesnis.
- **SIGNE (ES, 2022–2027):** kuria Si nanovielių/grafito anodą ir Ni-turtingą katodą, siekiant 50 proc. didesnio energijos ir 3 kartus didesnio galios tankio EV baterijose. Jame dalyvauja Austrija, Prancūzija, Vokietija, Airija, Italija, Latvija, Ispanija ir Ukraina.

NORCSI baterijų kompanijos silicio ir grafito anodų teorinės talpos palyginimas (mAh/g)



ES PROJEKTAI STELLAR, SOLID IR SOLIDIFY PLĖTOJA LIČIO METALO ANODUS AUKŠTO ENERGIJOS TANKIO IR MAŽESNĖS KAINOS NAUJOS KARTOS BATERIJOMS

Ličio metalo anodai:

- **STELLAR projektas** (visos ES mastu): pradėtas 2025 m. birželio mėn. su 7,9 mln. eurų finansavimu; 17 partnerių kuria ritininio vakuuminio gamybos technologiją 5–15 μm storio ličio metalo folijai ant vario gaminti, siekdami iki 2029 m. pasiekti 60 km per metus pajėgumą 4b/4c/5 kartos baterijoms atsinaujinančiosios energijos saugojimui.
- **SOLiD projektas** (ES): vykdomas nuo 2022 m., dalyvauja 14 partnerių; orientuotas į tvarias ličio metalo SSB baterijas, pritaikytas mobilumui ir elektros tinklams, įskaitant bandomąją gamybą iki 2025 m. pabaigos.
- **SOLiDIFY** (ES, 2020–2024): vysto skysčiu impregnuojamą kietąjį elektrolitą ir apsaugotus plonus Li-metalo anodų sluoksnius, taikymui EV baterijose su tikslu pasiekti 900–1200 Wh/L energijos tankį ir <100 €/kWh kainą.

STELLAR projektas: ličio metalo anodo gamybos grandinė – nuo žaliavų iki skaitmeninio dvynio ir perdirbimo



ES PROJEKTAI SOLID IR HELENA PLĖTOJA KIETAKŪNĖS LIČIO METALO BATERIJAS SU AI KONTROLE IR HALIDINIAIS ELEKTROLITAIS ATSINAUJINANČIAI ENERGETIKAI, TINKLUI, EV IR AVIACIJAI

Kietakūnės baterijos (Solid-state, SSB):

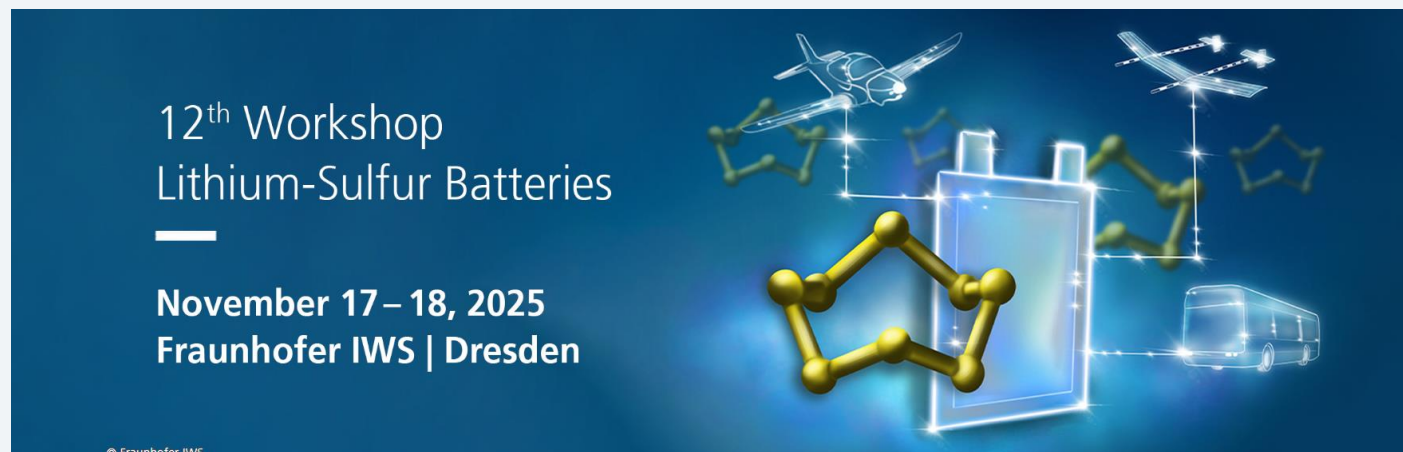
- **SOLiD projektas** (ES): pradėtas 2022 m. rugsėjo mėn. su 14 partnerių iš devynių šalių; plečiama ličio metalo SSB baterijų bandomoji gamyba su AI kokybės kontrole ir perdirbamumu, siekiant iki 2025 m. pabaigos sukurti 2b kartos baterijas (1–10 Ah) atsinaujinančiosios energijos integravimui ir elektros tinklų saugojimui.
- **HELENA** (ES, 2022–2026): kuria halidinį kietąjį elektrolitą, orientuotą į didelę srovę, greitą įkrovimą ir ilgą ciklinį ilgaamžiškumą tiek EV, tiek orlaivių baterijoms.

SOLiD projekto kietakūnė baterija



ES INICIATYVOS TALISSMAN, HEALING BAT IR FRAUNHOFER IWS TINKLAS STIPRINA AUKŠTO ENERGIJOS TANKIO, SAUGIŲ LI–S BATERIJŲ KŪRIMĄ AVIACIJAI, TRANSPORTUI IR ENERGIJOS SAUGOJIMUI

12-asis ličio–sieros baterijų seminaras. 2025 m. lapkričio 17–18 d., Fraunhofer IWS, Dreždene.



Ličio sieros baterijos:

- **TALISSMAN projektas** (visos ES mastu): pradėtas 2025 m. liepos mėn. su 4,9 mln. eurų finansavimu ir devyniais partneriais iš keturių šalių; kuriamos Gen5 Li-S baterijos su 550 Wh/kg tankiu, 700 ciklais, nedegiais elektrolitais, skirtos aviacijai, sunkiam transportui ir atsinaujinančios energijos saugojimui iki 2030 m.
- **Fraunhofer IWS seminaras** (Vokietija): 2025 m. vyko 12-asis ličio-sieros baterijų renginys, kuriame aptariamos naujos medžiagos, skirtos elektromobiliams ir kitoms tinklo reikmėms.
- **HEALING BAT** (ES, 2023–2027): plėtoja Li–S baterijas su integruotais jutikliais ir išmaniu valdymu, kad būtų pratęstas tarnavimo laikas ir pagerintas saugumas ilgo cikliškumo taikymuose. Šiame projekte dalyvauja 10 partnerių iš 6 šalių – Vokietijos, JK, Šveicarijos, Ispanijos, Italijos, Nyderlandų.

ES PROJEKTAI SPRINT, EPISODE IR SIMBA PLĖTOJA PIGIAS, SAUGIAS IŠ GAUSIAI RANDAMŲ MEDŽIAGŲ GAMINAMAS NATRIO JONŲ IR KIETAKŪNĖS BATERIJAS STACIONARIAM ELEKTROS TINKLO ENERGIJOS KAUPIMUI

Natrio jonų baterijos:

- **SPRINT** (ES, 2025–2028 m.) – projektas, skirtas sukurti ekonomiškai pusiau kietas natrio jonų baterijas energijos kaupimui elektros tinkle, naudojant saugas, netoksines medžiagas. Tikslas – pasiekti >200 Wh/kg energijos tankį ir ilgą ciklo trukmę. Konsorciumą sudaro 8 pramonės įmonės, 2 MVĮ ir 8 mokslinių tyrimų organizacijos.
- **EPISODE** (ES, 2024–2028 m.) – stacionari natrio jonų baterija iš gausiai randamų medžiagų, kurios energijos tankis prilygsta LiFePO_4 , yra labai efektyvi ir tarnauja >15 metų. Dalyvauja 10 organizacijų: **FIB Spa** (IT); **EnBW** (DE), **Enel Green Power** (IT), **Arkema** (FR), **Up Catalyst** (NO), **KIT** (DE), **Senec** (DE), **Uniresearch** (NL), **Cidetec** (ES), **Univ. Alcalá** (ES).
- **SIMBA** (ES, 2021–2024): projektas vysto naują saugią ir pigią viso kietakūnio natrio/Na-jonų baterijų technologiją stacionariam energijos kaupimui, taikant vieno-jono laidžius polimerinius elektrolitus ir integruotą perdirbimo strategiją. Šiame projekte dalyvauja 16 partnerių iš 6 Europos šalių.

SPRINT gamina natrio jonų baterijas stacionariam naudojimui

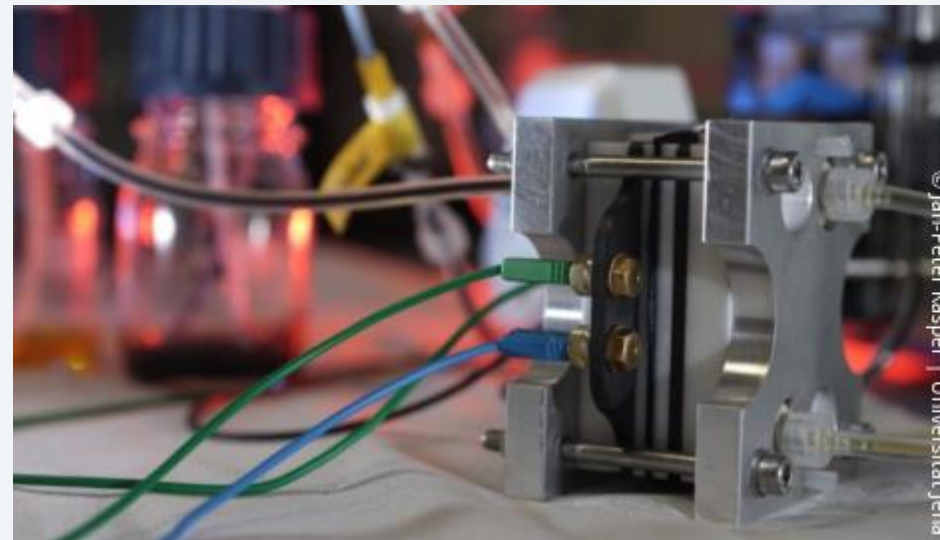


ES PROJEKTAI Clean(S)tack, FutureBAT IR MeBattery KURIA PAŽANGIAS REDOKSO SRAUTO BATERIJAS, MAŽINANČIAS KAPITALO SĄNAUDAS IR DIDINANČIAS TALPĄ, EFEKTYVUMĄ IR TARNAVIMO LAIKĄ

Redokso srauto baterijos:

- **Clean(S)tack** (ES, 2023–2025 m.) – RFB baterijų gamybos automatizavimas, siekiant reikšmingai sumažinti kapitalo sąnaudas. Kuriami klizais sandariai uždaromi didelės galios vanadžio RFB blokai.
- **FutureBAT** (ES, 2023–2027 m.) – naujų organinių ir polimerinių aktyviųjų medžiagų, skirtų RFB elektrolitams, kūrimas siekiant padidinti talpą, efektyvumą ir tarnavimo laiką.
- **MeBattery** (ES, 2022–2025): projektas, kuris kuria naujos kartos bateriją, paremtą redokso srauto principu, be kritinių žaliavų ir su potencialiai labai dideliu energijos tankiu.

Redokso srauto baterijos prototipas



ES INICIATYVOS SOLSTICE IR cerenergy® KURIA AUKŠTOS TEMPERATŪROS NATRIO BATERIJAS STACIONARIAM ENERGIJOS SAUGOJIMUI, SIEKiant pigesnių, patikimų ir ilgalaikių kaupimo sprendimų



Aukštos temperatūros natrio baterijos:

- **SOLSTICE** (ES, 2021–2025 m.) – dvi Na–Zn lydytos druskos akumuliatorių koncepcijos didelio masto energijos saugojimui (įkvėptos Zebra Na–NiCl₂ technologijos). Vienoje koncepcijoje Ni kietajame elektrolitiniame elemente pakeistas Zn, kitoje naudojamas visiškai skystas Na–Zn elementas. Dalyvauja šios organizacijos: **HZDR Dresden** (DE); partneriai: **FZSoNick** (Šveicarija), **EMPA** (Šveicarija), **Fraunhofer** (DE), **KIT** (DE) ir kiti. ES finansavimas – apie 7,72 mln. eurų.
- **cerenergy®** (bendras **Fraunhofer IKTS (Vokietija)** ir **Altech Batteries (Austrija)** projektas) – keraminiu elektrolitu paremtos Na/NiCl₂ ir Na/S aukštos temperatūros baterijos stacionariai energijos saugybai; siekiama <100 €/kWh kainos, 130 Wh/kg energijos tankio ir >10 metų tarnavimo laiko.

TECHNOLOGIJŲ KAINŲ PROGNOZĖS

IKI 2030 M. SPARČIAUSIAI AUGS SILICIJU PRATURTINTI ANODAI, TAČIAU DIDŽIAUSIĄ RINKOS VERTĘ PASIEKS KIETAKŪNĖS BATERIJOS, KURIŲ RINKA GALI SIEKTI 15 MLRD. JAV DOLERIŲ

Technologijų kainų prognozės pasaulinėje rinkoje

Technologija	Dabartinė (2025 m.)	Ateities prognozė (2030)	Potencialus pokytis
Silicio praturtinti anodai (Si-rich)	0,5 mlrd. JAV dolerių	3,6 mlrd. JAV dolerių	CAGR 48,4 proc.
Ličio metalo anodai (Li-metal)	0,97 mlrd. JAV dolerių	1,63 mlrd. JAV dolerių	CAGR 11 proc.
Kietakūnės baterijos (SSB)	1,6 mlrd. JAV dolerių	15,1 mlrd. JAV dolerių	CAGR 29,8 proc.
Ličio-sieros (Li-S)	0,06 mlrd. JAV dolerių	0,32 mlrd. JAV dolerių	CAGR 39,9 proc.
Natrio jonų baterijos (Na-ion)	0,67 mlrd. JAV dolerių	2,01 mlrd. JAV dolerių	CAGR 24,7 proc.
Redokso srauto baterijos (flow)	0,33 mlrd. JAV dolerių	0,65 mlrd. JAV dolerių	CAGR 14,9 proc.
Aukštos temperatūros natrio baterijos (Na-S; Na-NiCl ₂)	0,33-3,08 mlrd. JAV dolerių	1,12-5,27 mlrd. JAV dolerių	CAGR 9,2-27,6 proc.

- Silicio praturtinti anodai išsiveržia į priekį su **48,4 proc. CAGR**, nes jie siūlo **10 kartų didesnę energijos tankį**, sprendžia EV nuotolio ir įkrovimo problemas, o inovacijos (nano-Si, kompozitai) leidžia pereiti iš laboratorijos į masinę gamybą.
- Kietos būklės baterijų (SSB)** rinka iki 2030 m. turėtų išaugti – **15,1 mlrd. JAV dolerių**, nes SSB suteikia didesnę energijos tankį, saugumą ir greitesnį įkrovimą už įprastas Li-jonų baterijas, todėl į jas masiškai investuoja automobilių gamintojai.
- Aukštos temperatūros natrio (Na-S) baterijų** potencialus pokytis mažiausias – **9,2 proc.**, nes jos veikia esant labai aukštai – 300–350 °C temperatūrai ir dėl to reikalauja sudėtingų bei brangių šiluminio valdymo ir izoliacijos sistemų, kelia papildomų saugos rizikų ir taip dažnai nusileidžia pigesnėms, žemos temperatūros baterijų alternatyvoms, todėl jų rinka plečiasi lėčiau.

BATERIJŲ GAMINTOJAI BALTIJOS ŠALYSE IR LENKIJOJE

TELTONIKA ENERGY VILNIUJE GAMINA MODULINES LIČIO JONŲ KAUPIMO SISTEMAS SAULĖS ELEKTRINĖMS IR TINKLAMS, STIPRINDAMA VIETINĘ EKONOMIKĄ

Baterijų gamintojai Lietuvoje:

- „Teltonika Energy“ Vilniuje gamina ličio jonų baterijas, skirtas saulės ir elektros tinklo energijos saugojimui.
- Gamyba pradėta 2020 m., produktai rinkoje nuo 2023 m.; tai apima dideles investicijas (320 mln. Eur) į naujas gamyklas Vilniaus High-Tech Hill parke, sukuriant 1250 darbo vietų ir trigubai padidinant gamybos pajėgumus iki 30 mln. įrenginių per metus.
- Bendrovė teikia energijos kaupimo sprendimus gyvenamiesiems, komerciniams ir pramoniniams objektams, išmaniesiems tinklams bei atsarginei energijai, perdirbant EV baterijas ir stiprinant Lietuvos technologijų sektorių bei ekonomiką.



FMC234 baterija yra vidinė atsarginė baterija, skirta „Teltonika“ FMC234 GPS sekikliui



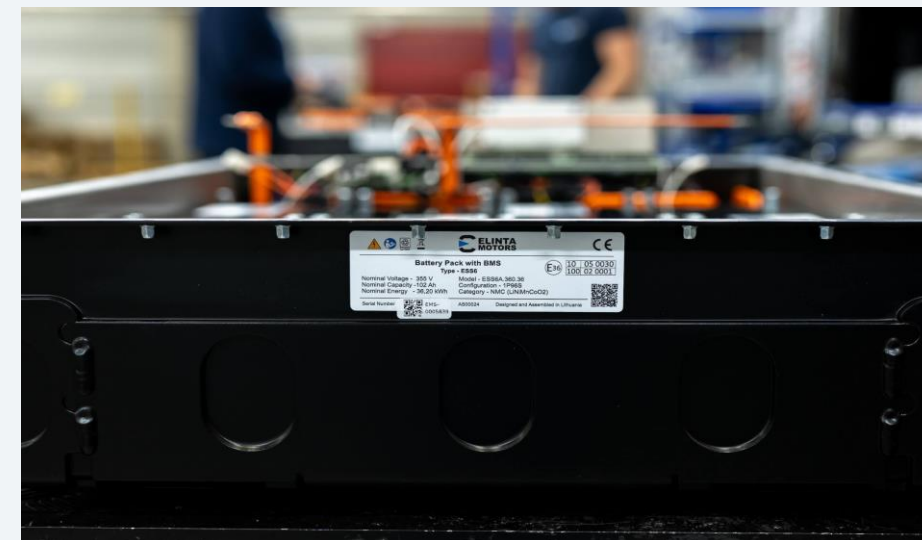
KAUNE VEIKIANTI „ELINTA MOTORS“ GAMINA PAŽANGIAS NMC LIČIO BATERIJAS IR VALDYMO BLOKUS KOMERCINĖMS TRANSPORTO PRIEMONĖMS IR STACIONARIAM ENERGIJOS KAUPIMUI

Baterijų gamintojai Lietuvoje:

- „Elinta Motors“, įsikūrusi Kauno mieste kaip „Elinta“ grupės padalinys, specializuojasi kurti ličio baterijas, keitiklius bei valdymo blokus.
- Ličio baterijų verslas pradėtas apie 2014 m., apimant septintos kartos NMC baterijas nuo 42 kWh iki 504 kWh talpos, taip pat hibridinių rinkinių kūrimą komerciniams transporto priemonėms.
- Teikia pažangių variklių valdymo, baterijų ir pavarų sprendimus gamintojams, pramonės ir komercijos sektoriams, integruodama energijos kaupimą ir specializuotas transporto sistemas, stiprindama Lietuvos inovacijų ekosistemą.



„Elinta Motors“ kuriama NMC baterija



„BATTEC“ VILNIUJE GAMINA PRAMONINES ŠVINO–RŪGŠTIES IR LiFePO_4 BATERIJAS BEI REZERVINĖS ENERGIJOS KAUPIMO SISTEMAS PRAMONĖS IR PASLAUGŲ SEKTORIAMS

Baterijų gamintojai Lietuvoje:

- „BATTEC“, įsikūrusi Vilniuje, gamina pramonines švino-rūgšties, LiFePO_4 baterijas bei rezervinės ir hibridinės energijos saugojimo sistemas.
- Gamykla atidaryta 2009 m., o ličio baterijų gamyba išplėtota 2010-aisiais.
- Tiekia baterijas pramonei, telekomunikacijoms, geležinkeliams, kariuomenei, medicinai, UPS sistemoms bei tinklo rezervavimui, stiprindama Lietuvos pramonės sektorių ir užtikrindama patikimus energijos sprendimus.

„BATTEC“ ličio baterijos



„ANODOX ENERGY SYSTEMS“ LATVIJOJE KURS LFP LIČIO JONŲ ELEMENTŲ IR BATERIJŲ PAKETŲ GAMYBOS CENTRĄ ELEKTROMOBILIŲ IR STACIONARIŲ KAUPIMO SISTEMŲ RINKAI EUROPOJE

Baterijų gamintojai Latvijoje:

- „**Anodox Energy Systems**“ (priklauso Švedijai) planuoja padalinį Latvijoje, kuri gamintų numatomus LFP ličio jonų baterijų elementus ir paketus gamybos sistemoms.
- Projektas paskelbtas 2022 m., planuota gamybos pradžia 2023 m., tačiau iki 2025 m. neprasidėjo pilnai; pirmosios dvi gamyklos Latvijoje, investuojant 50 mln. Eur ir sukuriant iki 300 darbo vietų.
- Bendrovė siekia tiekti elektromobilių ir stacionarių kaupimo rinkoms Baltijos šalyse ir Europoje, optimizuodama energijos saugojimą namų ūkiams, verslui bei didelės apimties saugojimui, stiprindama regiono inovacijas ir kuriant darbo vietas.

„Anodox Energy Systems “ baterija



ESTIJOS BATERIJŲ EKOSISTEMĄ PAPILDO „MIKROMASCH“, GAMINANTI BANDYMŲ CELES IR LIČIO JONŲ BEI LIČIO–ORO BATERIJŲ KOMPONENTUS MOKSLINIAMS TYRIMAMS

Baterijų gamintojai Estijoje:

- „**MikroMasch**“ gamina sandarias elektrochemines baterijų bandymų celes, ličio-jonų ir ličio-oro baterijų komponentus moksliniams tikslams.
- Inovacinio projekto veikla pradėjo nuo 2016 m., investavus į Li-Air technologiją 2011 m. ir baterijų testo celes 2012 m.
- Bendrovė siekia tyrimų ir baterijų technologijų plėtros universitete bei pramonėje, kuriant naujos kartos baterijas.

„MikroMasch“ baterija



„LG ENERGY SOLUTION“ VROCLAVE (LENKIJOS) GAMINA DIDELIO MASTO LIČIO JONŲ BATERIJŲ ELEMENTUS IR PAKETUS AUTOMOBILIŲ GAMINTOJAMS IR TINKLO KAUPIMO PROJEKTAMS

Baterijų gamintojai Lenkijoje:

- „LG Energy Solution“, įsikūrusi Vroclave, gamina ličio jonų elementus, modulius ir baterijų paketus (NCMA, LFP chemijos)
- Gamykla atidaryta 2016 m., didelio masto elementų gamyba nuo 2017 m.
- Bendrovė tiekia didiesiems automobilių gamintojams (Audi, BMW, Ford, Mercedes, Porsche, VW) ir tinklo kaupimui (PGE projektas su 981 MWh BESS)



„LG Energy Solution“ baterijų gamykla



„BMZ GROUP“ GAMYKLA GLIVICĖJE (LENKIOJE) PLEČIA LIČIO JONŲ BATERIJŲ GAMYBĄ E-DVIRAČIAMS, ENERGIJOS KAUPIMUI, PRAMONEI IR MEDICINAI

Baterijų gamintojai Lenkijoje:

- „BMZ Group“, įsikūrusi Glivicėje, gamina ličio jonų baterijas.
- Gamykla veikia nuo 2010 m., keli plėtros etapai iki 2024 m., įskaitant NMC4 baterijų gamybą autobusams ir pažangių e-dviračių baterijų kūrimą, planuojant gamybą nuo 2026 m.
- Bendrovė siekia elektromobilumo, gyvenamųjų ir komercinių energijos kaupimo sprendimų, pramonės ir medicininių akumuliatorių, stiprindama Lenkijos kaip e-dviračių centro poziciją ir inovacijas.



„BMZ Group“ NMC4 baterija



„LYTEN“ LENKIJOJE PERIMA BUVUSIĄ NORTHVOLT GAMYKLĄ GDANSKE IR KURIA LI-S BATERIJŲ KAUPIMO CENTRĄ SU PLĖTRA Į ŠVEDIJĄ IR VOKIETIJĄ IKI 2025 M.

Baterijų gamintojai Lenkijoje:

- „Lyten“, įsikūrusi Gdanske buvusioje Northvolt gamykloje, gamina ličio-sieros (Li-S) baterijas.
- Perėmė ir pradėjo gamybą buvusioje Northvolt BESS gamykloje 2025 m., užbaigdamą įsigijimą spalio mėn., planuoja plėsti į Švediją ir Vokietiją iki 2025 m. pabaigos.
- Bendrovė siekia komercinio ir tinklo energijos kaupimo, teikdama pažangius BESS sprendimus, stiprindama Europos energijos saugojimo infrastruktūrą.



„Lyten“ buvusioje Northvolt gamykloje



„ENERSYS“ GAMYKLA BIELSKO BIALOJE GAMINA ŠVINO RŪGŠTIES IR LIČIO BATERIJAS BEI ĮKROVIKLIUS ELEKTRINIAMS KRAUTUVAMS IR KRITINEI INFRASTRUKTŪRAI

Baterijų gamintojai Lenkijoje:

- „EnerSys“, įsikūrusi Bielsko Bialoje, gamina švino rūgšties ir ličio baterijas, modulius, įkroviklius.
- Gamykla gamina baterijas nuo 1922 m., modernios ličio baterijos sparčiai plėtojamos nuo 2010 m., su plėtra 2025 m. didinant švino baterijų pajėgumus.
- Bendrovės baterijos skirtos elektriniams krautuvams, telekomo ir energetikos atsarginėms maitinimo sistemoms, UPS, atsinaujinančiai energetikai ir kitoms kritinėms infrastruktūros sritims.



„EnerSys“ baterijų gamykla



„SK IE TECHNOLOGY“ VALDO PIRMAJĄ EUROPOJE LIČIO JONŲ SEPARATORIŲ GAMYKLĄ ELEKTROMOBILIŲ IR ENERGIJOS KAUPIMO BATERIJOMS

Baterijų gamintojai Lenkijoje:

- „SK IE Technology“, įsikūrusi Silezijoje (Dąbrowa Górnicza), gamina ličio jonų baterijų separatorius (LiBS)
- Gamykla pradėjo veikti 2021 metais, yra pirmoji ličio jonų baterijų separatorių gamykla Europoje.
- Bendrovės gaminami separatoriai naudojami EV, energijos kaupimo sistemoms, IT ir elektronikos įrenginių ličio jonų baterijoms (telefonams, kompiuteriams).

„SK IE Technology baterijų gamykla



IŠVADOS

- Europos Sąjunga kryptingai stiprina baterijų ir energijos kaupimo technologijų pramonę, siekdama strateginės nepriklausomybės nuo Azijos tiekimo grandinių.
- Iki 2030 m. pagrindinis dėmesys telkiamas į septynias proveržio kryptis – **siliciu praturtintus ir ličio metalo anodus, kietakūnes baterijas, ličio-sieros, natrio jonų, redokso srauto ir aukštos temperatūros natrio technologijas**.
- Šios technologijos tobulinamos didinant energijos tankį, saugumą, ilgaamžiškumą ir perdirbamumą, o jų plėtrą spartina ES finansuojami projektai („NorcSi“, „STELLAR“, „SOLiD“, „TALISSMAN“, „SPRINT“, „EPISODE“, „Clean(S)tack“, „FutureBAT“ ir „SOLSTICE“).
- Spartų augimą rodo ir prognozės – **siliciu praturtintų anodų rinka augs sparčiausiai (CAGR 48,4 proc.), kietakūnės baterijos išliks didžiausios vertės segmentu**, sieks apie **15,1 mlrd. JAV dolerių** 2030 metais.
- Baltijos šalys ir Lenkija tampa vis svarbesne ES baterijų rinkos dalimi: Lietuvoje veikia „Teltonika Energy“, „Elinta Motors“ ir „BATTEC“, Latvijoje planuojamas „Anodox Energy Systems“ projektas, Estijoje – „MikroMasch“, o Lenkijoje veikia „Lyten“, „BMZ Group“, „LG Energy Solution“, „EnerSys“, „SK IE Technology“.
- Europoje šiuo metu prioritetu išlieka **ličio jonų chemijos (NMC/NCA ir LFP)**, tačiau iki 2030 m. vis didesnę energijos kaupimo rinkos dalį turėtų perimti efektyvesnės, su didesniu energijos tankiu, mažesne priklausomybe nuo kritinių žaliavų – **natrio jonų, srautinės ir aukštos temperatūros natrio baterijos bei siliciu praturtinti ir ličio metalo anodai, kietakūnės ir ličio-sieros baterijos**.
- Lietuvoje šiuo metu prioritetinėmis technologijos laikomos **ličio jonų baterijos (NMC/NCA ir ypač LFP)**, o ateityje vis labiau populiarės **ličio geležies fosfato baterijos**, nes jos saugesnės ir ilgaamžiškesnės, vis plačiau prieinamos technologijos.
- Lietuvoje namų ūkių elektrocheminės baterijos dažniausiai yra apie **5–30 kWh talpos**, o viena pramoninė baterija paprastai siekia apie **50–250 kWh**, didesni konteineriniai pramoniniai moduliai – **1–5 MWh**.

ŠALTINIAI

- <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-a-battery-management-system.html>
- <https://www.accure.net/blogs/bess-commissioning-challenges>
- <https://bslbatt.com/blogs/battery-management-system-energy-storage-applications/>
- https://www.ritarpower.com/industry_information/Battery-Management-Strategy-of-1MWh-BESS-Energy-Storage-System_412.html
- <https://www.power-sonic.com/battery-energy-storage-system-components/>
- <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/5/2079>
- <https://www.nature.com/articles/s41524-022-00788-6>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405829719302247>
- <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrev.4c00584>
- https://www.nso-journal.org/articles/nso/full_html/2023/01/NSO20220053/NSO20220053.html
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10638349/>
- <https://sparkion.io/glossary/ev-battery-management-system/>
- <https://www.mokoenergy.com/cell-balancing-in-bms/>
- <https://www.ess-news.com/2025/01/17/solitek-launches-made-in-lithuania-high-voltage-ci-battery-energy-storage-solution/>
- <https://www.elintamotors.com/batteries/>
- <https://www.teltonika-networks.com/use-cases/transportation/iot-gateway-for-electric-vehicle-lithium-batteries>
- <https://www.electrive.com/2025/09/24/sila-nears-mass-production-of-its-silicon-anodes-in-the-us/>
- <https://techcrunch.com/2025/09/23/sila-opens-u-s-factory-to-make-silicon-anodes-for-energy-dense-ev-batteries/>
- <https://www.silanano.com/press/press-releases/sila-opens-nations-first-automotive-scale-silicon-anode-plant-ushering-in-a-new-era-for-u-s-battery-manufacturing>
- <https://group14.technology/>
- <https://techcrunch.com/2025/08/20/group14-lands-463m-from-sk-porsche-and-others-to-make-silicon-anodes-for-evs/>
- <https://www.electrive.com/2025/10/30/european-project-stellar-develops-anode-production-for-lithium-metal-batteries/>
- https://thesolidproject.eu/wp-content/uploads/2025/08/PRJ24-SOLiD_FINAL_compressed.pdf
- <https://www.idtechex.com/en/research-report/lithium-metal-batteries-2025/1069>
- <https://www.innovationnewsnetwork.com/solid-scaling-solid-state-battery-manufacturing-for-europe/63134/>
- <https://www.pveurope.eu/solar-storage/solid-state-battery-sector-eyes-9-billion-market-2035>
- <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/ra/d5ra01268f>
- <https://www.grepow.com/blog/what-is-a-silicon-anode-lithium-ion-battery.html>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Nanowire_battery
- <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/aenm.202203744>
- <https://teltonika-iot-group.com/newsroom/teltonika-high-tech-hill-technology-park-in-vilnius>
- <https://teltonika-iot-group.com/newsroom/teltonika-high-tech-hill-technology-park-in-vilnius>
- <https://lyten.com/2025/10/15/lyten-completes-acquisition-of-northvolt-bess-manufacturing-facility-in-poland>
- <https://www.enersys.com/en/about-us/manufacturing-locations/bielskobialapoland>
- <https://evertiq.com/news/50806>
- https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_en
- https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/download/680f052a-fa6c-4f63-a1ec-c4866fa25a27_en?filename=SWD_2023_68_F1_STAFF_WORKING_PAPER_EN_V4_P1_2629849.PDF
- https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/download/9193f40c-5799-4b1d-8dfc-207300e9610d_en?filename=SWD_2023_219_F1_STAFF_WORKING_PAPER_EN_V9_P1_2785109.PDF
- <https://www.TEA.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-vehicle-batteries>
- https://batterieseurope.eu/wp-content/uploads/2024/06/Report_Overview-of-International-RDI-Battery-Funding-and-Global-Benchmarks-for-Battery-KPIs-1.pdf
- <https://horizoneuropencpportal.eu/sites/default/files/2024-06/batt4eu-strategic-research-and-innovation-aganda-sria-2024.pdf>
- <https://TEA.blob.core.windows.net/assets/cb39c1bf-d2b3-446d-8c35-aae6b1f3a4a0/BatteriesandSecureEnergyTransitions.pdf>
- <https://www.TEA.org/reports/global-ev-outlook-2025/electric-vehicle-batteries>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s40820-024-01388-3>
- <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2024/sc/d4sc04751f>
- <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/5/2079>
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6030270/>
- <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscentsci.6b00260>
- <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscentsci.1c01014>
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lithium-dendrite>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s41918-024-00230-z>
- <https://spi.science.org/doi/10.34133/energymatadv.0022>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_battery
- <https://www.chinesechemsoc.org/doi/full/10.31635/renewables.025.202500090>
- <https://www.batterypowertips.com/what-are-the-main-challenges-in-developing-solid-state-batteries-for-evs/>
- <https://www.grepow.com/blog/what-is-a-solid-state-battery.html>
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10575298/>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s40820-023-01223-1>
- <https://encyclopedia.pub/entry/52728>
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9607607/>
- <https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions/status-of-battery-demand-and-supply>
- <https://www.mdpi.com/2313-0105/11/3/90>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_metal_battery
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261925002764>
- <https://www.mdpi.com/2313-0105/11/3/90>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Lithiumproc.E2proc.80proc.93sulfur_battery
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S245191032030199X>
- <https://battec.eu/>
- <https://www.liveriga.com/en/11807-anodox-energy-systems-to-build-ev-batteries-in-latvia-create-300-jobs>
- <https://mikromasch.ee/>

- <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/su/d5su00127g>
- https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Nov/IRENA_TEC_Sodium-ion_batteries_2025.pdf
- <https://www.mdpi.com/2313-0105/11/2/61>
- https://www.researchgate.net/publication/374355401_Lithium-ion_battery_sodium-ion_battery_or_redox_flow_battery_A_comprehensive_comparison_in_renewable_energy_systems
- https://en.wikipedia.org/wiki/Flow_battery
- https://en.wikipedia.org/wiki/Iron_redox_flow_battery
- https://en.wikipedia.org/wiki/Sodiumproc.E2proc.80proc.93sulfur_battery
- <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/su/d5su00127g>
- <https://evchargeplus.lt/energijos-kaupikliai-efektyvus-sprendimas-namu-energetikai/>
- <https://www.solitek.eu/en/industrial-energy-storage-tera>
- LEI pristatymo „Elektros energijos kaupimo įrenginių/sistemų („baterijų“) technologijos“ seminario medžiaga
- <https://www.solitek.lt/lt/solitek-bateriju-techniniai-duomenys>
- <https://energija24.lt/energijos-kaupikliai-namams>
- <https://e-dih.lt/wp-content/uploads/12.-Srautiniu-bateriju-naudojimas-elektros.pdf>
- <https://www.solitek.lt/lt/solitek-bateriju-techniniai-duomenys>
- [Technologies for Advanced Lithium-Sulfur batteries toward Safe and Sustainable Mobility Applications | TALISMAN | Project | Fact Sheet | HORIZON | CORDIS | European Commission](#)
- [Silicon as a potential anode material for Li-ion batteries: where size, geometry and structure matter - Nanoscale \(RSC Publishing\)](#)
- <https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions/executive-summary>
- <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025/beyond-nmc-batteries-supply-chain-issues-for-emerging-battery-technologies>
- https://bepassociation.eu/wp-content/uploads/2022/05/Batteries-WP-2023-24-V25-03-22-incl-InCo-Versailles_DRAFT.pdf
- https://bepassociation.eu/wp-content/uploads/2021/09/BATT4EU_reportA4_SRIA_V15_September.pdf
- <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/sodium-ion-battery-market-207269067.html>
- <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/silicon-anode-battery-market-size/global>
- <https://market.us/report/global-lithium-sulfur-battery-market/>
- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/lithium-foil-market-report>
- <https://www.bmp.com/en/2025/08/01/norcsi-receives-over-e10-million-for-mass-production-of-silicon-anodes>
- <https://horizon.europa.eu/sites/default/files/2024-06/batt4eu-strategic-research-and-innovation-agenda-sria-2024.pdf>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101202298>
- <https://signehorizon.eu/>
- https://www.itwm.fraunhofer.de/en/press-publications/press-releases/2025/2025_10_29_project-stellar-lithium-metal-anode-production.html
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101104006>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101191867>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/963542>
- https://www.ikts.fraunhofer.de/en/press_media/press_releases/2022_09_15_p_cerenergy_ceramic_solid-state_battery_is_commercialized.html
- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/silicon-anode-battery-market-report>
- <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lithium-ion-battery-anode-market-147095907.html>
- <https://leap.hiitio.com/global-ev-battery-pack-market-outlook-2025-2030/>
- <https://www.futuremarketinsights.com/reports/lithium-sulfur-solid-state-batteries-market>
- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/lithium-foil-market-report>
- <https://www.solitek.lt/lt/products/5mwh-energijos-kaupimo-bateriju-konteineris>
- [Powering the Future: A Comprehensive Review of Battery Energy Storage Systems](#)
- [Silicon as a potential anode material for Li-ion batteries: where size, geometry and structure matter - Nanoscale \(RSC Publishing\)](#)
- [SeNSE Lithium-ion battery with silicon anode, nickel-rich cathode and in-cell sensor - AIT Austrian Institute Of Technology](#)
- <https://www.electrive.com/2025/07/10/eu-research-project-launches-to-improve-li-s-batteries/>
- https://www.iws.fraunhofer.de/en/events/lithium-sulfur-batteries_2025.html
- <https://www.futuremarketinsights.com/reports/lithium-sulfur-solid-state-batteries-market>
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_1727
- <https://www.spglobal.com/automotive-insights/en/blogs/2025/01/where-are-ev-battery-prices-headed-in-2025-and-beyond>
- <https://www.TEA.org/reports/global-ev-outlook-2025/electric-vehicle-batteries>
- <https://leap.hiitio.com/global-ev-battery-pack-market-outlook-2025-2030/>
- <https://www.electrive.com/2025/07/31/german-start-up-receives-ten-million-euros-for-the-development-of-silicon-anodes/>
- <https://bepassociation.eu/wp-content/uploads/2025/01/BATT4EU-Projects-Brochure-Digital-Cutout.pdf>
- <https://www.idtechex.com/en/research-report/silicon-anode-batteries-2025/1052>
- <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/sodium-ion-battery.asp>
- <https://www.researchnester.com/reports/redox-flow-battery-market/3015>
- <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/sodium-sulfur-battery-market>
- https://www.researchandmarkets.com/reports/5909126/sodium-nickel-chloride-battery-market-global?srsltid=AfmBOoqFsJZf_yi3WNC85xc8tqm6qmToKtWLM9o-hONEIbFrnCcRl3Ng
- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/solid-state-battery-market>
- https://solidify-h2020.eu/wp-content/uploads/sites/2/2024/09/SOLIDIFY_public-release.pdf
- <https://thesolidproject.eu/>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101069681>
- <https://talissman.eu/talissman-12th-lithium-sulfur-batteries-workshop>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101104006>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/190155898>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101054271>
- <https://www.mebattery-project.eu/>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/963599>
- https://psnm.org/wp-content/uploads/2023/05/PSPA_Europe_Runs_on_Polish_Li-Ion_Batteries_Report_EN.pdf

