

Az energiarendszer új pillére: a villamosenergia-tárolók regionális térnyerése

The new pillar of the energy system: the regional expansion of electricity storage systems

PÓLIK Ádám¹, SZATHMÁRI Dominik²

^{1,2} MVM Zrt., 1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.

e-mail: ¹polik.adam@mvm.hu, ²szathmari.dominik@mvm.hu

Abstract

Energy systems around the world are undergoing a profound transformation driven by the rapid expansion of renewable energy, accelerating electrification, and growing concerns about security of supply. In this evolving landscape, energy storage is no longer a supporting technology but has become a fundamental pillar of the modern power system. The rapid deployment of storage capacity enhances system flexibility, facilitates the integration of variable renewable generation, and helps maintain grid stability. Across Central and Eastern Europe and the wider region, a new wave of investments is expected to significantly reshape electricity markets in the coming years, creating both strategic opportunities and new challenges for energy sector stakeholders.

Keywords: Electricity Storage, Battery Energy Storage Systems (BESS), Renewable Energy Sources, Grid Flexibility, Security of Supply, Decarbonization

Kivonat

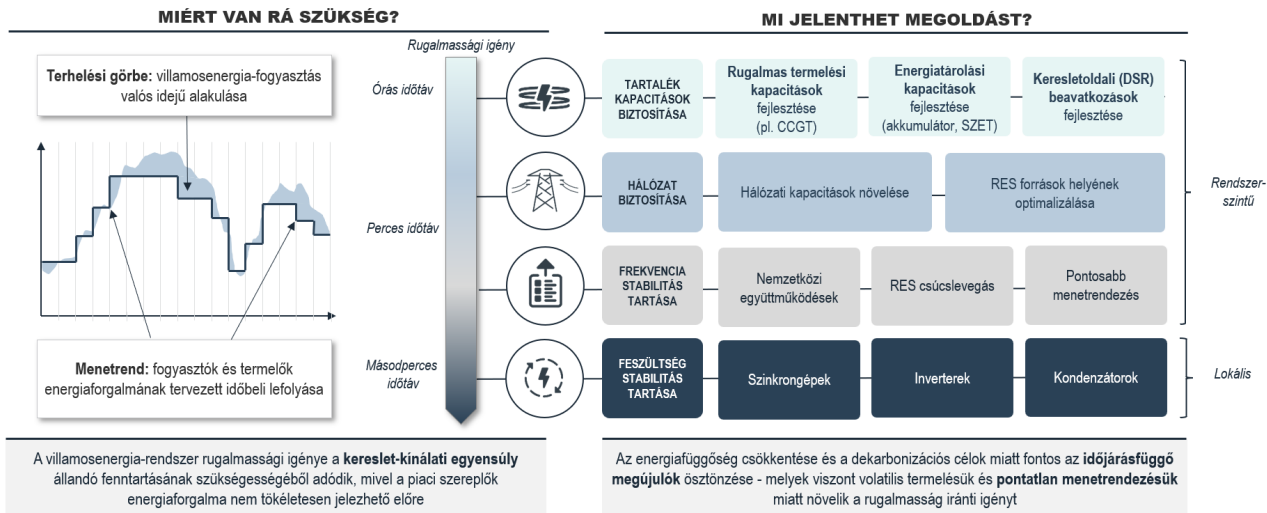
Az energiarendszerek világszerte gyors átalakuláson mennek keresztül, amelyet a megújuló energiaforrások térnyerése, a villamosítás felgyorsulása és az ellátásbiztonság iránti növekvő igény egyaránt hajt. Ebben a változó környezetben a villamosenergia-tárolók mára nem csupán kiegészítő technológiának számítanak, hanem a modern energiarendszer egyik meghatározó elemévé váltak. A tárolási kapacitások dinamikus bővülése lehetővé teszi a rendszer rugalmasságának növelését, a megújuló termelés hatékonyabb integrálását és a hálózati egyensúly fenntartását. Közép- és Kelet-Európában az elkövetkező években várható beruházási hullám alapvetően formálhatja át az energiapiacokat, új üzleti lehetőségeket és stratégiai kihívásokat teremtve az ágazat szereplői számára.

Kulcsszavak: Villamosenergia-tárolás, Akkumulátoros energiatároló rendszerek (BESS), Megújuló energiaforrások, Hálózati rugalmasság, Ellátásbiztonság, Dekarbonizáció

1. BEVEZETÉS

A villamosenergia-rendszerek az elmúlt évtized egyik legjelentősebb átalakulását élik. A nap- és szél-erőművek gyors térnyerése, a közlekedés és a fűtés elektrifikációja, valamint a dekarbonizációs célkitűzések egyre nagyobb rugalmasságot követelnek meg az energiarendszerektől. Míg a hagyományos termelőegységek képesek voltak alkalmazkodni a fogyasztás változásaihoz, az időjárásfüggő megújuló energiaforrások termelése sokkal kevésbé kiszámítható, ezért a termelés és a fogyasztás közötti egyensúly fenntartása új megoldásokat igényel. Az energiatárolás mára nem csupán kiegészítő technológia, hanem az energiaátmenet egyik meghatározó pillérévé vált.

A villamosenergia-rendszer működésének alapvető feltétele, hogy a termelés és a fogyasztás minden pillanatban egyensúlyban legyen. A megújuló energiaforrások részarányának növekedésével azonban egyre gyakoribbá válnak azok az időszakok, amikor a termelés és a fogyasztás időben eltér egymástól. Ennek eredményeként nő a rendszerszintű rugalmasság iránti igény, amely másodperces, perces, órás vagy akár többnapos időtávon is jelentkezhet. Ahogy az 1. ábra is szemlélteti, a villamosenergia-rendszer stabil működéséhez egyszerre van szükség tartalékkapacitások biztosítására, a hálózat fejlesztésére, a frekvencia- és feszültségszabályozás fenntartására, valamint energiatárolási kapacitások kiépítésére. Az energiatárolás különlegessége, hogy a felsorolt kihívások közül egyszerre többre is képes megoldást nyújtani.



1. ábra: Mit jelent a fogyasztás és termelés kiegyenlítése? (saját szerkesztés)

2. AZ ENERGIATÁROLÁS SZEREPE

Az elosztóhálózati engedélyesek (DSO-k) működése alapvető jelentőséggel bír az energiarendszerek megbízhatósága, számára, illetve az alapvető pénzügyi mutatók és fajlagosok párhuzamba állítása új nézőpontokat tud

Az energiatárolók szerepe és költsége a megújuló termelőkapacitásokéhoz hasonló jelleget követ. A beépített kapacitások elterjedése a megújulóktól térnyerése után realizálódik, hisz utóbbiak növelik a villamosenergia-rendszer volatilitását, valamint ezzel párhuzamosan vált napjaink égető témájává az ellátásbiztonság és energiaszuverenitás kérdésköre is. Mindezen terjedést pedig erőteljesen támogatja a technológiai fejlődés és ezzel a beruházási költségek csökkenése, a megtérülés javítása.



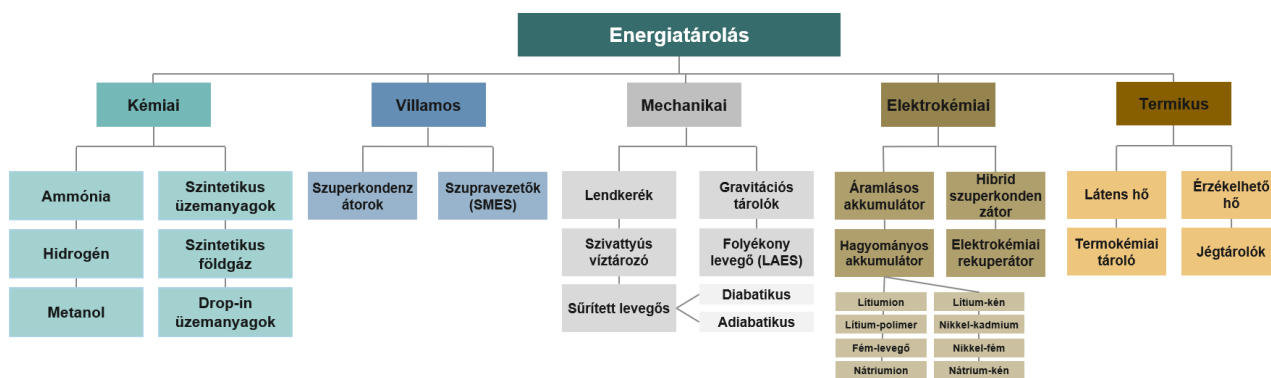
2. ábra: Energiatárolás szerepe (saját szerkesztés)

A napon belüli termeléskiegyenlítés lényege, hogy az energiatároló időben elválasztja egymástól a villamos energia termelését és felhasználását. A megújuló energiaforrások, különösen a naperőművek esetében gyakran előfordul, hogy a termelési csúcs a déli órákban jelentkezik, miközben a villamosenergia-fogyasztás jellemzően az esti időszakban éri el maximumát. Az energiatároló ilyen esetben a napközben keletkező többletenergiát eltárolja, majd a későbbi órákban, a termelés csökkenése vagy a fogyasztás növekedése esetén visszatáplálja a hálózatba. Ezáltal csökken a termelés és a fogyasztás közötti időbeli eltérés, mérséklődik a kiegyenlítő energia iránti igény, valamint javul a villamosenergia-rendszer rugalmassága és ellátásbiztonsága. A technológia különösen fontos a magas megújuló részaránnyal rendelkező energiarendszerekben, ahol a tárolók képesek a nappali túlermelést az esti fogyasztási csúcsok kiszolgálására átcsoportosítani, ezáltal hatékonyabban kihasználva a rendelkezésre álló termelési kapacitásokat.

Az energiatárolók nemcsak a termelés és a fogyasztás időbeli eltérésének kezelésében játszanak kulcsszerepet, hanem gazdasági szempontból is egyre nagyobb jelentőséggel bírnak. A megújuló energiaforrások termelése gyakran a déli órákban éri el csúcspontját, amikor a villamosenergia-kereslet és sok esetben a piaci árak is alacsonyabbak, míg az esti órákban, a fogyasztási csúcspont idején a termelés visszaesik, az árak pedig emelkednek. Az energiatároló rendszerek ezt az árkülönbséget és időbeli eltérést kihasználva a napközben rendelkezésre álló, olcsó vagy akár többletként jelentkező villamos energiát eltárolják, majd a magasabb árú esti időszakban visszatáplálják a hálózatba. Ezzel egyrészt csökkentik a kiegyenlítő energia és a drága csúcstermőművek iránti igényt, másrészt lehetővé teszik a villamosenergia-piaci arbitrázs bevételeinek realizálását. Az energiatárolás így egyszerre növeli a rendszer rugalmasságát, javítja az ellátásbiztonságot és hozzájárul a villamosenergia-rendszer költséghatékonyabb működéséhez, különösen a magas megújulóenergia-résarányú rendelkező energiarendszerekben.

3. ENERGIATÁROLÁSI TECHNOLÓGIÁK

Az energiatárolás kulcsszerepet játszik a villamosenergia-rendszerek átalakulásában, mivel lehetővé teszi, hogy a termelés és a fogyasztás időben elváljon egymástól. Mindez eltérő módszerekkel történhet meg, így az alkalmazott folyamat is többféle lehet.



3. ábra: Energiatárolási technológiák csoportosítása [2] (saját szerkesztés)

A kémiai energiatárolási technológiák a villamos energiát különböző energiahordozók, például hidrogén, ammónia, metanol vagy szintetikus üzemanyagok formájában tárolják. Ezek a megoldások különösen alkalmasak nagy mennyiségű energia hosszú távú, akár szezonális tárolására, valamint az energiatermelés és a közlekedés dekarbonizációjának támogatására.

A villamos energiatárolási technológiák közvetlenül elektromos vagy mágneses mezőben tárolják az energiát. E megoldások rendkívül gyors reakcióidővel rendelkeznek, ezért elsősorban olyan alkalmazásokban használhatók, ahol a teljesítmény gyors rendelkezésre állása fontosabb, mint a nagy energiamennyiség hosszú távú tárolása.

A mechanikai energiatárolás az energiát mozgási vagy helyzeti energia formájában tárolja. A szivattyús energiatárolás jelenleg a világ legnagyobb beépített kapacitással rendelkező energiatárolási technológiája. Működési elve egyszerű: alacsony villamosenergia-igény esetén a rendszer vizet szivattyúzik egy felső tározóba, majd csúcsterhelés idején a vizet turbinákon keresztül visszaengedve villamos energiát termel. A technológia legfontosabb előnye a rendkívül nagy tárolókapacitás, valamint az akár több évtizedes élettartam és kedvező üzemeltetési költségek. Legnagyobb korlátjuk, hogy megfelelő földrajzi adottságokat és jelentős beruházási költséget igényelnek, ezért új projektek megvalósítása hosszú előkészítési és engedélyezési folyamatot követel. Ennek ellenére a legtöbb hosszú távú energiasztratégia továbbra is a szivattyús energiatárolást tekinti a nagyléptékű energiatárolás egyik legfontosabb pillérének.

Az elektrokémiai technológiák közé tartoznak a különböző akkumulátoros megoldások, amelyek jelenleg a leggyorsabban terjedő energiatárolási formát jelentik. A hagyományos akkumulátorok, különösen a lítiumion-technológia, napjaink villamosenergia-tárolási piacának meghatározó szereplői. Előnyük a magas hatásfok, a gyors válaszidő és a moduláris felépítés, amely lehetővé teszi a lakossági rendszerektől a több száz megawattórás hálózati tárolókig terjedő alkalmazásokat. Az akkumulátoros energiatároló rendszerek (BESS) elsősorban a megújuló termelés kiegyenlítését, a frekvenciaszabályozást, a hálózati rugalmasság növelését és a villamosenergia-piaci arbitrázs lehetőségek kihasználását szolgálják. A lítiumion-technológia mellett továbbra is jelen vannak az ólom-savas, nátrium-kén, nátriumion, valamint egyéb feltörekvő akkumulátortípusok.

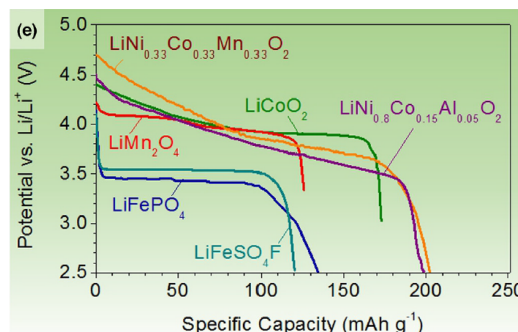
is. Bár az akkumulátorok tárolási ideje jellemzően korlátozottabb (napon belül), gyors telepíthetőségük és folyamatos költségcsökkenésük miatt a következő évtized egyik legfontosabb energiatárolási megoldásának számítanak.

A hőenergia-tárolási technológiák hő formájában raktározzák az energiát. Ezek a megoldások különösen a távhőrendszerek, az ipari hőfelhasználás és az épületenergetika területén játszanak egyre jelentősebb szerepet. A hőtárolás lehetővé teszi a megújuló villamos energia hőenergiává alakítását és későbbi felhasználását, ezáltal hozzájárulva az energiarendszer rugalmasságának növeléséhez és a fosszilis energiahordozók kiváltásához.

Lítium-vas-foszfát (LFP)	Nikkel-mangán-kobalt (NMC) / nikkel-kobalt-alumínium (NCA)	Flow akkumulátor	Nátrium-ion (Na ⁺)	Szilárd-test-akkumulátor
 Legelterjedtebb, különösen hálózati energiatárolásban és tömeg EV-k gyártásában 	 Magas teljesítményű alkalmazások, prémium EV-k és dróntechnológiák (eVTOL) 	 Feltörekvő, hosszú élettartamú alternatíva 	 Feltörekvő, költségalapú alternatíva 	 Következő generációs technológia, még fejlesztési fázisban 
- Fő előnye, hogy nem használ nikkelt és kobaltot, ezért olcsóbb és kevesebb kitétt a nyersanyagkockázatoknak Hosszu élettartama miatt ideális napi ciklus működésre	Magas energiasűrűsége (~200–265 Wh/kg) lehetővé teszi a hosszabb hatótávot és kompaktabb akkumulátorokat - Kiemelten alkalmas olyan alkalmazásokra, ahol a súly és energiasűrűség kritikus	Az áramlásos (flow) akkumulátorok előnyös megoldásnak számítanak a helyhez kötött tárolási alkalmazásokban hosszú élettartamuk (~20–30 év), alacsony önkisülésük és gyors a reagálási idejük révén	- Nátriumra épül, amely ~1000× gyakoribb, mint a lítium, ezért hosszú távon olcsóbb lehet - Jól működik extrém hőmérsékleten (akár -40°C-ig)	- Szilárd elektrolit miatt potenciálisan biztonságosabb és akár 2× energiasűrűség is elérhető - Lehetővé teszi új anódmegoldások (pl. lítiumfém) használatát
				
Energiasűrűsége jellemzően ~160–205 Wh/kg, ami alacsonyabb az NMC-nél, ezért nagyobb és nehezebb akkumulátor szükséges ugyanahhoz a kapacitáshoz <i>Várhatóan megőriz domináns tömegpiaci szerepét, a fő kérdés az, hogy az innovációk mennyire tudják csökkenteni az energiasűrűség hátrányát</i>	Drágább és erősen kitétt a nikkel- és kobaltforrásoknak - A katódszárnyak a költség akár 40–50%-át is adhatja, ami miatt erősen érzékeny az árra <i>Egyre inkább a nagy energiasűrűséget igénylő, prémium szegmensben marad meg, ahol a magasabb költség még indokolható</i>	- A flow akkumulátorok fajlagos energiasűrűségük egészen alacsony (10–35 Wh/kg) - Hatékonyságuk valamivel elmarad (65–85 %) <i>Legjellemzőbb a vanádium redox flow (VRFB) tároló, amely vanádium nyersanyag miatt drága. LCOS értéke jelenleg nem alacsonyabb az LFP-hoz képest, skálázhatóság még kérdéses, ha több országban is találkozzunk projektekkel</i>	Energiasűrűsége alacsonyabb (~90–175 Wh/kg) - A gyártás még nem skálázott (<1% részesedés a Li-ionhoz képest) <i>A jövője a skálázáson múlik, és várhatóan a költségérzékeny piacokat célozza, nem az LFP teljes leváltását</i>	- Jelenleg nem tömegpiaci, gyártása komplex és drága Technológiai és skálázási kihívások még fennállnak <i>Fokozatosan jelenik meg (semi-solid → solid), széles körű elterjedése inkább 2030 körül várható</i>

4. ábra: Kiemelt akkumulátoros technológiák (saját szerkesztés)

A lítium-vas-foszfát (LFP – lithium iron phosphate), mint a lítium-ion akkumulátorok alapanyaga, megfelelő biztonsági jellemzői és energiasűrűsége révén megteremtette az alapot az elektrokémiai tárolók széles körű elterjedéséhez. Az elmúlt években jelentős előrelépés történt az LFP-akkumulátorok teljesítményének javítása és alkalmazási területeinek bővítése terén az innovatív anyagtervezés, az elektródamérnöki munka és a gyártási technikák révén. Fő előnyei a viszonylag hosszú élettartam, és mint a leginkább tömeggyártott tároló típus: az ár. Azonban az energiasűrűséget tekintve – az anyag teljesítményének korlátai miatt – kevés a fejlődési lehetőség, és már közel van a felső határhoz. Ezen felül a lítium-vas-foszfátnak vannak egyéb problémái is. Alacsony hőmérsékleten nem nyújt megfelelő teljesítményt; alacsony hőmérsékletű környezetben az akkumulátor teljesítménye jelentősen csökken. a költségeket és az árat is számos tényező befolyásolja, például a lítium-karbonát nyersanyag árának gyakori és drasztikus ingadozásai, amelyek megnövelik az akkumulátorgyártó vállalatok költségeit [12].



5. ábra: Az interkalációs katódok jellemző kisülési jellemzői [13]

Az LFP technológián kívül számos összetételű akkumulátor technológia is elérhető, ami tovább növeli a tárolók energiasűrűségét (Lsd. 4. ábra), azonban ezek általában további ritka nyersanyagok révén érhető el, ami az árat és az infrastrukturális kitéttiséget tovább növeli. Ezek közül most kettőt emelnék ki, ami gyakori EV és eVTOL (Electric Vertical Take-Off and Landing – elektromos függőleges fel- és leszálló eszközök) technológiák esetén. A nikkel-mangán-kobalt (NMC) és nikkel-kobalt-alumínium (NCA), ezeknek jóval ma-

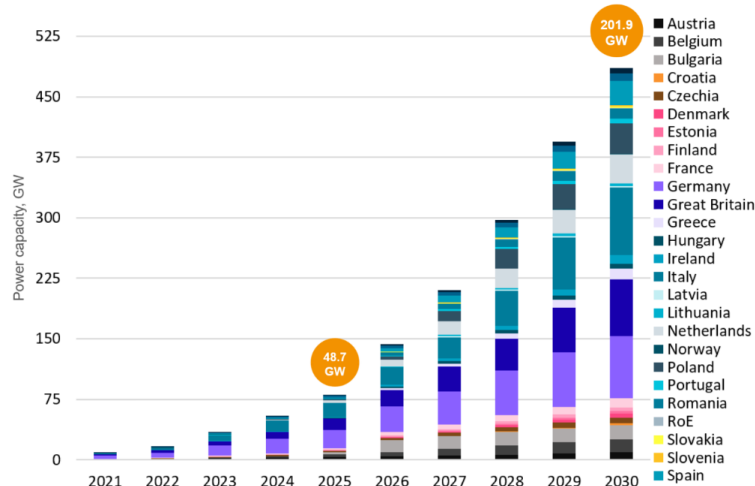
gasabb energiasűrűségük által hosszabb hatótávot és kompaktabb kialakítást nyújtanak. Alapvetően ezen technológiák esetében elmondható, hogy a nikkel adja a magasabb energiasűrűséget, a kobalt a vezetőképességet és hosszú élettartamot, a mangán vagy az alumínium pedig biztosítja a szerkezeti stabilitást és védelmet. A kobalt esetén kiemelő, hogy mivel etikailag vitatott területekről szerzik be (lsd. Kongói Demokratikus Köztársaság), a legújabb fejlesztések tudatosan csökkentik a részarányát. Ezen típusok adják jellemzően az akkumulátorok prémium szegmensét.

Jóval kisebb penetráció mellett a gyors degradációra flow (folyadékáramlásos) akkumulátorok adnak választ, amely fontos szerepet töltenek be a helyhez kötött energiatárolási alkalmazásokban. Jellemző típusok: a polyszulfid-bróm (PSB), a vanádium-redox (VRFB) és a cink-bróm (ZnBr) redox áramlásos akkumulátorok. Ezen flow akkumulátorok fajlagos energiája 10 és 35 Wh/kg között rendkívül alacsonynak mondható, kvázi tizede az előbbieknél, viszont élettartamuk 20-30 év is lehet, önkisülésük pedig ~0. Emellett a nátrium-ion (Na⁺) feltörekvő technológiaként megoldást kínál a lítiummal kapcsolatos gazdasági, rendelkezésre állási és újrahasznosíthatósági problémákra. A legnagyobb gyártók pedig jó potenciált látnak a skálázhatóságban is. Az energiasűrűségük valamivel alacsonyabb, mint az LFP vagy NMC/NCA esetén, de jóval gyakoribb nyersanyaggal (nátriummal) operál főként, és biztonságosabb extrém időjárási körülmények esetén [14].

A szilárd-test akkumulátorokat inkább csak ígéretként lehet jelenleg kezelni, viszont a következő generációban egy-egy problémára megoldással tudnak szolgálni a szilárd elektrolitos kialakítások, azonban gyártásuk biztosan komplex, és jelenleg drágábbnak is ígérkezik.

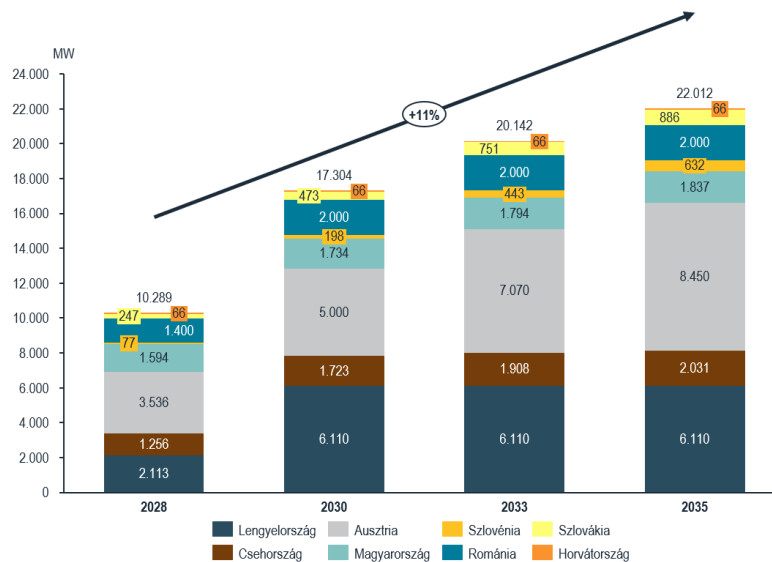
4. TÁROLÓI KAPACITÁSOK FEJLŐDÉSE

Csak az elektrokémiai tárolókat tekintve Európa megközelített az 50 GW-t 2025-ben (lsd. 5. ábra), aminek 60% a mérő mögött prosumerek tulajdonában áll, összes tároló kapacitását tekintve pedig meghaladta a 100 GW-ot, aminek fő részét a szivattyú-tározós erőművek (SZET) adják. A prosumer oldalon elhelyezett tárolók kulcsszerepet játszottak: 2025 végére 30,2 GW / 46,2 GWh elektrokémiai kapacitás kerül telepítésre, melyet DE, IT, NL, AT és GB vezet. A növekedést a fotovoltaiikus rendszerek és tárolók együttes alkalmazása, a dinamikus villamosenergia-tarifák bevezetése, a lakossági és üzleti szektor egyre növekvő elektrifikációja, valamint a rugalmassági piacokon való részvétel hajtja előre. A nagyméretű akkumulátoros tárolás is bővült, és 2025 végére elérte a 18,5 GW / 34,4 GWh-t. Jelentős lendületet vett a fejlődés a kapacitásmechanizmussal rendelkező országokban, köztük Nagy-Britanniában, Olaszországban, Lengyelországban és Belgiumban, valamint azokban az országokban, ahol kifejezetten a nagyméretű tárolást támogató programok működnek, mint például Olaszországban, Bulgáriában, Lengyelországban és Spanyolországban [15].



6. ábra: Kummulált elektrokémiai tároló beépített teljesítmény országonként [15]

Közép- és Kelet-Európában az elkövetkező években várható beruházási hullám alapvetően formálhatja az energiapiacokat, új üzleti lehetőségeket és stratégiai kihívásokat teremtve az ágazat szereplői számára. Az ENTSO-E adatbázisa szerint a jelenlegi prognózisokat tekintve 2028-ra meghaladjuk a 10 GW-t, 2033-ra pedig a 20 GW-t is [16]. Eme célok realizálásának érdekes alapot adhat a jelenlegi magyarországi penetráció is, ahol 2026. augusztusában elértük 983 MW-t [17], azaz félig ki is vettük a részünket már 2030-as években lévő célszámokból. A gyorsulás egyébként a következő évek után leapadhat, mivel egy idő után a tárolók a saját piacukat kannibalizálják vissza, mivel véges értékű tartalékgigényre, illetve jelentős volatilitás nélkül, vétel-eladási különbözet nélkül nem hoz elegendő megtérülést a befektetőknek.



7. ábra: Elektrokémiai tárolókapacitások várható felfutása a környező országokban [16] (saját szerkesztés)

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az energiatárolás mára nem csupán kiegészítő technológia, hanem az energiaátmenet egyik meghatározó pillérévé vált. Az energiatárolók szerepe és költsége a megújuló termelőkapacitásokéhoz hasonló jelleget követ. A beépített kapacitások elterjedése a megújulók térnyerése után realizálódik, hisz utóbbiak növelik a villamosenergia-rendszer volatilitását és a tartalékgigényeket.

Az LFP tároló technológia költséghatékony gyártása, illetve megfelelő biztonsági jellemzői és energiasűrűsége révén megteremtette az alapot az elektrokémiai tárolók széles körű elterjedéséhez, azonban a nyersanyag ellátási és feldolgozási kitettség, illetve az alapanyag árérzékenysége máig kitetté teszi a technológiát. Ebben a legerősebb versenytárs Na+ akkumulátorok lesznek, amik 1000-szer gyakoribb nyersanyagból készítenek csupán fele olyan jó energiasűrűséggel rendelkező eszközöket.

Csak az elektrokémiai tárolókat tekintve Európa megközelített az 50 GW-t 2025-ben, aminek 60% a mérő mögött, azaz a fogyasztókból lett prosumerek tulajdonában áll. Közép- és Kelet-Európai régiót tekintve pedig az ENTSO-E adatbázisa szerint a jelenlegi prognózisokat tekintve 2028-ra meghaladjuk a 10 GW-t, 2033-ra pedig a 20 GW-t is. Ezt támasztja alá, hogy 2026. augusztusában elértük 983 MW-t Magyarországon. A terjedés azonban rendkívül függ a piaci körülményektől, a tartalékgigények mértékétől és a napi árvolatilitási képtől.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Pólik Ádám (2026): The Influence of Variable Renewable Energy on aFRR Dynamics: A System Modeling Approach, Budapest, Corvinus University of Budapest
- [2] Energy Storage Europe: European Market Monitor on Energy Storage 10.0, <https://energystorageeurope.eu/publication/emmes-10-june-2026/> (Utolsó letöltés: 2026.09.03.)
- [3] Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT): https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en (Utolsó letöltés: 2026.09.03.)
- [4] Szathmári D., Pólik Á., Dr. Herczeg A. (2025): Az elérhetetlen álom: 100%-os menetredezés, avagy nincs szükség szabályozásra? Energiaforrás, LXI. évfolyam, 2025. 1. szám, Budapest.
- [5] Szathmári Dominik (2024): Prosumer koncepciók lehetőségei a villamosenergia-rendszer szabályozásában. Diplomaterv, Budapest, BME
- [6] European Association for Storage of Energy: Energy Storage Targets for 2030 and 2050, <https://energystorageeurope.eu/wp-content/uploads/2022/06/Energy-Storage-Targets-2030-and-2050-Full-Report.pdf> (Utolsó letöltés: 2026.09.03)
- [7] European Union: Database of the European energy storage technologies and facilities, <https://data.europa.eu/data/datasets/database-of-the-european-energy-storage-technologies-and-facilities?locale=en> (Utolsó letöltés: 2026.09.04.)

- [8] IEA: Global installed energy storage capacity by scenario, 2023 and 2030, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-installed-energy-storage-capacity-by-scenario-2023-and-2030> (Utolsó letöltés: 2026.09.04.)
- [9] IEA: Key facts on energy storage, https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/energy-storage/key-facts-energy-storage_en (Utolsó letöltés: 2026.09.04.)
- [10] IEA: Batteries and Secure Energy Transition, <https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions/executive-summary> (Utolsó letöltés: 2026.09.04.)
- [11] SolarPower Europe: European Battery Market Outlook 2026-2030, <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/european-battery-market-outlook-2026-2030-1/detail> (Utolsó letöltés: 2026.09.04.)
- [12] Chen, X., Li, Y., & Bae, J. (2024). Recent advances in lithium iron phosphate battery technology. Batteries, 10(12), 424. <https://doi.org/10.3390/batteries10120424>
- [13] Nitta, N., Wu, F., Lee, J. T., & Yushin, G. (2015). Li-ion battery materials: Present and future. Materials Today, 18(5), 252–264. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2014.10.040>
- [14] Kebede, A. A., Kalogiannis, T., Van Mierlo, J., & Bercibar, M. (2022). A comprehensive review of stationary energy storage devices for large scale renewable energy sources grid integration. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 159, Article 112213. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112213>
- [15] LCP Delta, & Energy Storage Europe. (2026, June). European market monitor on energy storage 10 (EMMES 10). <https://energystorageeurope.eu/publication/emmes-10-june-2026/> (Letöltés dátuma: 2026. szeptember 17.)
- [16] ENTSO-E, ERAA 2025 Inputs – Domestic Supply Power BI dashboard, [Microsoft Power BI](#) (Letöltés dátuma: 2026. szeptember 18.)
- [17] MAVIR, Bruttó és nettó beépített teljesítőképesség termelési típusonként, 2000-2026, [255fc739-5d3b-346d-7710-a46fe3ae52a1](https://www.mavir.hu/255fc739-5d3b-346d-7710-a46fe3ae52a1) (Letöltés dátuma: 2026. szeptember 18.)