

Átalakuló energiapiac - a nagyfogyasztókat érintő kihívások és lehetőségek 2023-2030 között

Fehér könyv

2024. január



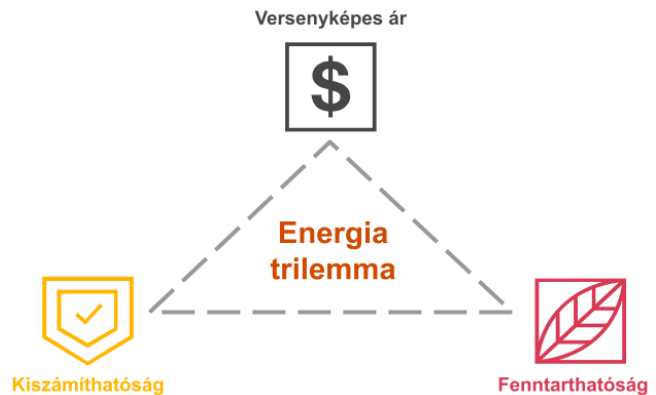
Tartalomjegyzék

1. A nagyfogyasztókra ható fő piaci trendek	4
1.1 Versenyképes ár: az olcsó energia korszaka várhatóan a múlté	4
1.2 Kiszámíthatóság: villamosenergia-hálózati hatások	6
1.3 Fenntarthatóság: dekarbonizációs ambíciók	6
2. Az ipari nagyfogyasztók számára elérhető új megoldások	7
2.1 Digitalizáció	7
2.2 Dekarbonizációs lehetőségek	8
2.3 Decentralizált energiatermelés	9
3. Javaslatok a nagyfogyasztók számára	10
3.1 Energiaellátás stratégiai szintre emelése	10
3.2 Befektetés saját energiatermelő eszközökbe	11
3.3 Megújuló PPA-k	11
3.4 Energiatárolás	12

Vezetői összefoglaló / Onepager

Iparági konszenzus van arról, hogy a 2022-es energiaválság után **Európában az olcsó energia időszakának vége**, amelynek két kiemelő oka a **dekarbonizációs**, illetve **energiafüggetlenedési törekvések** többlet finanszírozási igénye. Megjelenik egyfajta **energia trilemma** a vállalatoknál. A versenyképesség megtartása érdekében figyelembe kell venniük az energia **megfizethetőségét**, az üzletfolytonosság kapcsán az **ellátásbiztonságot** és kiszámíthatóságot, valamint a társadalmi és vevői elvárásoknak való megfelelés érdekében a **fenntarthatóságot** kérdése is egyre hangsúlyosabbá válik. A vállalatoknak az egyre komplexebb energiapiaci környezet miatt **ezekre a kérdésekre egyre inkább önállóan kell megoldásokat találni**.

Az energia **megfizethetősége** tekintetében fontos látni, hogy az energiaátmenet növekvő finanszírozási igényei beépülnek a vállalati fogyasztók által fizetendő energiaárakba (energiadíj + rendszerhasználat díj). Magyarországon az elmúlt néhány évben a megújuló energia rendszerintegrációja, illetve a hálózati rugalmasság egyre költségesebb fenntartása miatt jelentősen emelkedtek a fogyasztók villamos energia **hálózathasználati** díjai. A hazai szabályozási környezetben a **költségtöbbletet elsősorban a vállalati szektor viseli**,¹ akik számára azonban egyre több műszaki és piaci megoldás áll rendelkezésre energetikai helyzetük optimalizálására.



Emellett a **dekarbonizációs nyomás** a vállalatok szintjén is nő. Míg a legnagyobb ÜHG-kibocsátó vállalatok régóta résztvesznek az európai kibocsátáskereskedelmi rendszerben (EU ETS), a vállalatok nagy többségének dekarbonizációs céljait jelenleg **egyéb jogszabályi kötelezettség híján a különböző érintettek** (pl. befektetők, pénzintézmények, vásárlók, munkavállalók, szélesebb közvélemény) **elvárásai befolyásolják**, és így a teljes ellátási láncban megjelennek valamilyen mértékben ezek a célok és vállalások. **Hazánkban** a feldolgozóiparban, elsősorban a húzóágazatnak számító autóiparban, a **világ vezető autógyárainak ambiciózus dekarbonizációs vállalásai** jelentik ezt az elvárást beszállítóik felé.

A vállalati üvegházhatású gáz kibocsátást különböző kategóriákba lehet sorolni (Scope 1, 2, 3). A kibocsátás csökkentésére pedig számos lehetőség adódik. Szerencsére több technológiai megoldás is a gazdasági szereplők rendelkezésére áll, amelyek a vállalati működés zöldítése (és így versenyképességének megőrzése) mellett további üzleti hasznot is képesek teremteni.

Ebben a megváltozott üzleti környezetben a következő években az **energiakérdés felértékelődik**, és a vállalatvezetési stratégia szintjére kerül - központi versenyképességi szemponttá válik. Előtérbe kerül az **energiahatékonyság**, a vállalatok **saját energiatermelő eszközökbe** (pl. tetőre szerelt naperómű) fektetnek, és ezen kívül is egyre **több megújuló energiát vásárolnak**.

Újdonság lesz, hogy a vállalatok egyre nagyobb számban fektetnek **akkumulátoros energiatárolókba**, amelyek már nemcsak üzembiztonsági célokat szolgálnak, hanem az energiaipar műszaki és piaci innovációinak köszönhetően **üzleti céllal létesülnek és bevételi forrásként funkcionálnak**.²

¹ 484/2022. (XI. 29.) Korm. rendelet

² Jelen dokumentumot a Huawei Technologies Hungary megbízásából a PwC Magyarország készítette. A szerkesztés 2023.11.23-án zárult le. A dokumentumban szereplő információkat különféle forrásokból szereztük be, illetve nyertük ki. A PwC nem vizsgálta a szóban forgó források megbízhatóságát, és nem ellenőrizte az azokból származó információkat. A PwC annak cégtársai, vezetői, dolgozói és képviselői nem tartoznak semmilyen kötelezettséggel vagy felelősséggel a dokumentumot elolvasó személy felé, és nem is vállalnak semmilyen kötelezettséget vagy felelősséget vele szemben, legyen szó szerződéses vagy szerződésen kívüli kötelezettségről vagy felelősségről.

1. A nagyfogyasztókra ható fő piaci trendek

Az energiaszektor elmúlt években tapasztalt változásai jelentős kihívásokat jelentenek a nagy energiaigényű iparvállalatok számára. Az orosz-ukrán háború okozta árvolatilitás, valamint a dekarbonizációs törekvések - köztük kiemelten az autóiipari beszállítói láncban az autógyártók részéről érkező **“zöldítési” elvárások** - érdemi intézkedéseket kívánnak energiatermelői és fogyasztói oldalról egyaránt, szem előtt tartva az ellátásbiztonság, a megfizethetőség és a fenntarthatóság dimenzióit.

A piaci környezethez való alkalmazkodási kényszer új technológiai és üzleti lehetőségeket is teremt: a “zöldítési” elvárásoknak való megfelelés - amennyiben alapos tervezéssel és racionális, átgondolt megvalósítással párosul - optimalizált erőforrás-allokációt és ezáltal fogyasztás- és energiaköltség-csökkenést eredményez, ami **javíthatja a társaság versenyképességét**.

A nagy energiafogyasztó vállalatok energiaszükségleteik tervezése során egy három tényezőtől álló optimalizálási kérdéssel szembesülnek: a versenyképesség megtartása érdekében figyelembe kell venniük az energia megfizethetőségét, az üzletfolytonosság kapcsán az ellátásbiztonságot és kiszámíthatóságot, valamint a társadalmi és vevői elvárásoknak való megfelelés érdekében a fenntarthatóság kérdése is egyre hangsúlyosabbá válik. A nagyfogyasztók technológiai és energia-stratégiai választásai tehát egy “energetikai trilemma” mentén értelmezhetők.

Az energiaforrások **versenyképes ára** és felhasználásuk optimalizációja a 2021-2022-ben tapasztalt áremelkedéssel sürgősen megoldandó kihívássá vált. Az energiaárak nagymértékben beépülnek a termékek fogyasztói árába, így a megfizethetőség mindenképp központi szerepet igényel a vállalatok stratégiáiban a versenyképesség megtartása érdekében.

A **kiszámíthatóság**, azaz az energetikai infrastruktúra megbízhatósága és ellenállóképessége, valamint a kiszámítható árkörnyezet kulcsfontosságú az ipari termelés megfelelő és stabil működéséhez. A stabil ellátás fenntartása folyamatos feladat az energiaintenzív iparvállalatok számára.

Az energiafogyasztás **fenntarthatósága** a globális dekarbonizációs célok teljesítését jelenti. A kibocsátás-csökkentés elvárása megjelenik jogszabályi szinten,³ de egyre alapvetőbb elvárássá válik a fogyasztók, befektetők és üzleti partnerek oldaláról is, lefedve gyakorlatilag a teljes ellátási láncot.

1.1 Versenyképes ár: az olcsó energia korszaka várhatóan a múlté

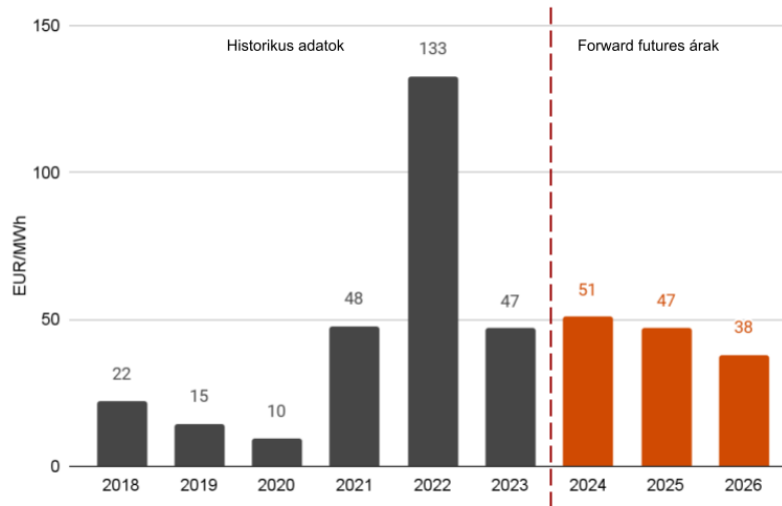
Az utóbbi több mint 10 évben a kelet-közép-európai országok gazdasági konjunktúrájának megbízható motorja volt a viszonylag olcsó energia. Ezen belül is Közép-Kelet-Európában kiemelt szerepet játszott az orosz eredetű földgáz, ami az árázása a földgáztüzelésű erőművek révén a villamosenergia-árakra is alapvető hatással van.

Ez a kedvező árkörnyezet 2021 tavaszától, a koronavírus utáni gazdasági fellendüléssel, kezdett érezhetően megváltozni: az európai energiatőzsdéken egy éven belül két-háromszorosára emelkedett a földgáz és ennek következtében a villamos energia piaci ára. 2022 folyamán, az orosz-ukrán háború kitörését követő hónapokban, az alapvető ellátásbiztonsági kockázatok miatt eddig nem látott magasságba lőtt ki. Az azóta eltelt időszakban szignifikáns árcsökkenés következett be, ami várhatóan folytatódni fog.

A földgáz- és villamosenergia-árak ugyanakkor várhatóan nem mennek vissza a 2019-2020-as árszint közelébe a következő években, részben a geopolitikai kockázatok, részben pedig az energiaátállítás **növekvő finanszírozási igénye** miatt (magas költségekkel járó folyamat például az orosz földgáz kiváltása, illetve a fosszilis tüzelőanyagok megújuló energiaforrásokkal való helyettesítése és az energiarendszerbe való integrálása). Ezek a többletköltségek várhatóan Európa-szerte **beépülnek a piaci energiaárakba**, ezáltal a magyar iparvállalatokra is nyomást gyakorolva.

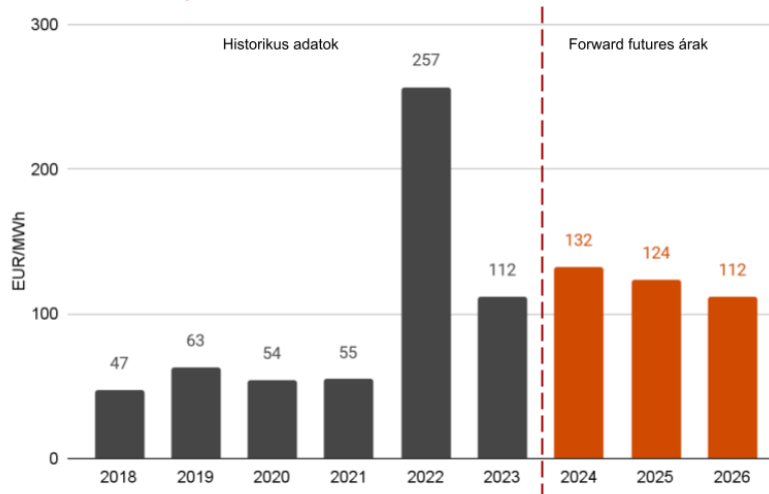
³ PI. EU ETS

**A tőzsdei földgáz ár historikus alakulása,
illetve a jövőre vonatkozó várakozások (2018-2027)⁴**



Forrás: HUDEX, Holland TTF

**A tőzsdei baseload villamosenergia-ár historikus alakulása,
illetve a jövőre vonatkozó várakozások (2018-2027)⁵**



Forrás: HUDEX, EEX

Az árrobbanás Európa-szerte sokkolta az iparvállalatokat, akik jellemzően nem voltak felkészülve ilyen szintű áremelkedés és ilyen mértékű volatilitás kezelésére. A vállalatok jellemzően nem látták át az energiapiac részleteit, emellett sok esetben a saját energiafogyasztási profiljukkal, energiamegtakarítási lehetőségeikkel, illetve a megújuló energiaforrások alkalmazhatóságával és az energiabeszerzési alternatívákkal sem voltak tisztában. A megnövekedett költségeket pedig nem feltétlenül tudták áthárítani vevőikre, ami akár drasztikus profitabilitás-csökkenést is eredményezett.

Az elmúlt két évben ugyanakkor az iparvállalatok sokat tanultak az energiahatékonyságról, az egyre versenyképesebbé váló megújuló energiaforrások hasznosításáról és az energiabeszerzési kockázatok kezeléséről, ami középtávon, az energiaárak magasabb szinten történő "beragadása" esetén kulcs versenyképességi tényező lehet.

⁴ Year-ahead termék, 2023. szeptember 26-án érvényes árak alapján.

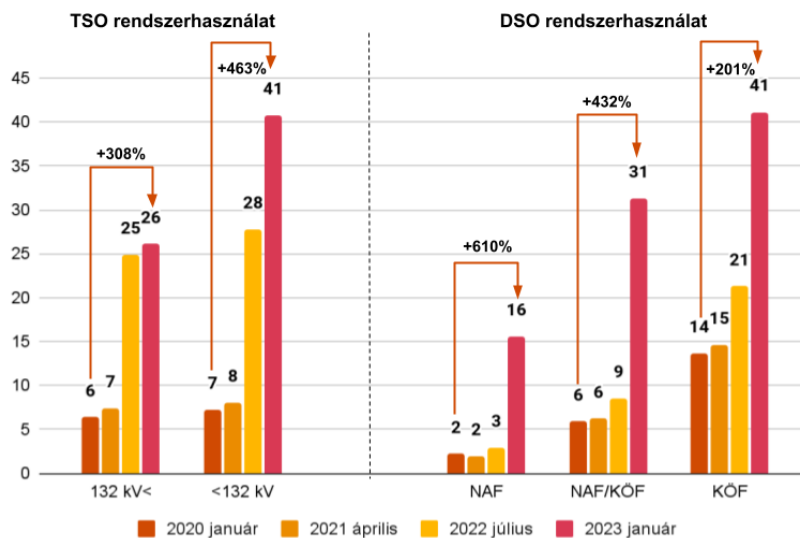
⁵ Baseload year-ahead termék, 2023. szeptember 26-án érvényes árak alapján.

1.2 Kiszámíthatóság: villamosenergia-hálózati hatások

A megújuló energiaforrások elterjedése a pozitív környezeti hatás mellett negatív következményekkel is jár, mivel a nagymértékű kapacitás kezelésére sem az európai, sem a hazai villamosenergia-hálózat nincs felkészülve. Ennek következtében a fogyasztók **hálózathasználati díjai** jelentősen nőttek, míg az új termelőeszközök hálózati csatlakozása szintén megdrágult, a folyamat pedig lényegesen lassult, egyes esetekben időszakosan leállt. A probléma hálózati szintű kezelésének legfőbb megoldása a fizikai hálózatfejlesztés lenne, amely azonban a magas költségek és a sürgősség miatt nem tud lépést tartani a megújuló energiatermelés terjedésével. Ez az újonnan csatlakozó egységek számára hazai és EU-s szinten is szűk keresztmetszeteket okoz.

Bár a fizikai ellátás biztosítása elsődlegesen a hálózati elosztók feladata, a kis- és nagyfogyasztók egyaránt szerepet vállalhatnak a probléma kezelésében és profitálhatnak is belőle. Előrelépést jelenthet például a stabil ellátás érdekében az **energiatárolási képesség erősítése**. Erre hazánkban, a klasszikusan ezt a célt szolgáló szivattyús tározós vízerőművek hiányában, az akkumulátoros energiátároló rendszerek (BESS)⁶ jelenthetnek megoldást. Ezáltal a nagyfogyasztók nagyobb mértékű önszabályozásra lehetnek képesek, illetve ezek az eszközök segítenek az időjárásfüggő megújuló villamosenergia-rendszerbe való integrálásában is.

A rendszerhasználati díjak változása Magyarországon 2020-2023 között (EUR/MWh)



Forrás: MEKH

A lakossági fogyasztók államilag ellenőrzött, fix árat fizetnek a villamos energiáért, és az emelkedő rendszerhasználati költségek sem terhelik ezt a fogyasztói szegmenst. **A költségtöbbletet így elsősorban a vállalati szektor viseli.** A rendszerhasználati díj az ipari nagyfogyasztók körében - a csatlakozási feszültség szintjétől függően - többszörösére nőtt az utóbbi 3 évben. Ez a változás leginkább az energiaárak növekedésével indokolható, így ezzel párhuzamban a következő években várhatóan a rendszerhasználat díjak is csökkenni fognak, ugyanakkor valószínűleg nem fogják elérni a 2020 körüli árszintet.

1.3 Fenntarthatóság: dekarbonizációs ambíciók

Az Európai Unió ambiciózus dekarbonizációra vonatkozó célokat tűzött ki: a Fit for 55 alapján rövid távon, 2030-ra legalább 55%-kal kell csökkentenie az üvegházgáz kibocsátást, míg a hosszú távú, 2050-es cél nettó nulla kibocsátás elérése. A tagállami vállalások, illetve a vállalati kötelezettségek ugyanakkor ma még nem egyértelműek.

Bár konkrét kötelezettségeket nem ír elő az EU, jogszabályban kötelezi a 250 főnél nagyobb, 50 millió eurónál nagyobb árbevételű vagy 43 millió eurónál nagyobb mérlegfőösszegű vállalatokat a rendszeres energetikai audit elvégzésére. A **nagy ÜHG-kibocsátókat** - így például az energiatermelőket, energiaintenzív vállalatokat és polgári légiforgalmi vállalatokat - ezen kívül **jogszabály kötelezi a kibocsátás-kereskedelmi rendszerben** (EU ETS) való részvételle. Az

⁶ BESS: battery energy storage system

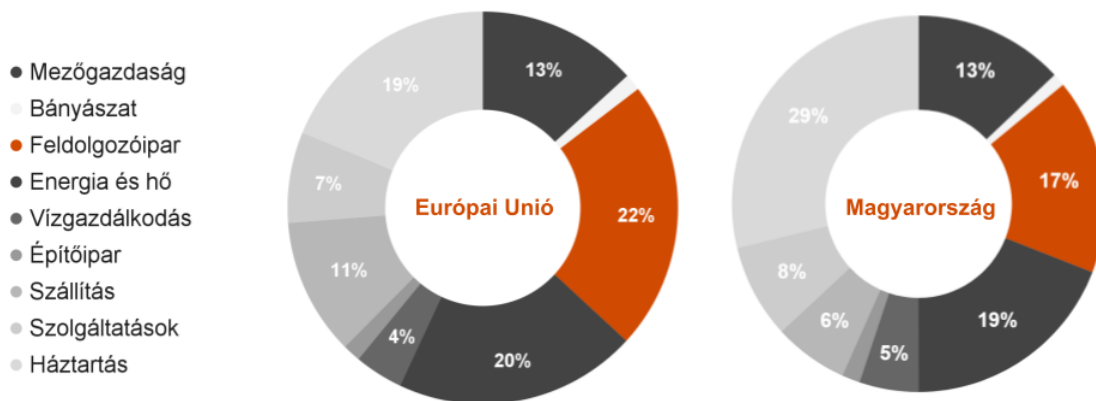
EU ETS már 2005 óta működik, az évtized végéig a rendszer szigorítása várható, nagyobb pénzügyi terhet helyezve ezzel az érintett vállalatokra.

A vállalatok dekarbonizációs céljait jelenleg **egyéb jogszabályi kötelezettség híján a különböző érintettek** (pl. befektetők, pénzügyintézmények, vásárlók, munkavállalók, szélesebb közvélemény) **elvárásai befolyásolják**, így gyakorlatilag a teljes ellátási láncban megjelennek valamilyen mértékben ezek a célok és vállalások.

Hazánkban a feldolgozóipar a legnagyobb ÜHG kibocsátó iparág, és a magyar gazdaságban betöltött központi szerepe miatt komoly versenyképességi kérdés a szektor dekarbonizációjának helyes kezelése. Az **autóipar** még ebből a körből is kiemelkedik, hiszen a globálisan meghatározó gyártók közül sokan dolgoznak magyar beszállítókkal, így az OEM-ek **ambíciózus dekarbonizációs vállalásai és elvárásai** egyértelműen megjelennek a magyar autóiparban feladatként. Az autóiipari vállalatok döntő része olyan kibocsátás-csökkentési célkitűzéseket tesz, amelyek saját működésük mellett már az ellátási láncra is kiterjednek. Ezeknek a vállalatoknak a hazánkban tevékenykedő multinacionális leányvállalatoknak és azok beszállítóinak is eleget kell tenniük piaci pozíciójuk megtartása érdekében.

Emellett kiemelendő a bankok és a tőzsde szerepe. A pénzügyintézetek egyre inkább előtérbe helyezik az éghajlati és társadalmi szempontokra összpontosító szervezeteket és projekteket a pénzügyi termékeiken és szolgáltatásaikon keresztül. Ennek jellemző eszköze a zöld kötvények kibocsátása, amelyek célja a fenntartható és környezetvédelmi kezdeményezésekre szánt tőke biztosítása. Hazánkban a Magyar Nemzeti Bank (MNB) is stratégiai célul tűzte ki, hogy a hazai pénzügyi közvetítőrendszer a jelenleginél lényegesen erőteljesebben támogassa a környezeti fenntarthatóságot.

Üvegházhatású gázok kibocsátása szektorális bontásban (2020)



Forrás: Eurostat, KSH

2. Az ipari nagyfogyasztók számára elérhető új megoldások

2.1 Digitalizáció

A digitalizáció terjesztése fontos értékteremtő feladat az energetikában, és jó **üzleti lehetőség** a nagyfogyasztóknak számára is: az adatgyűjtő és analitikai eszközök segítségével a vállalatok pontosan követhetik az energiafelhasználásukat. A digitalizációnak fontos eszköze az **okosmérő**, amely közel valós idejű visszajelzést ad a fogyasztónak az adott pontban történő energiafelhasználásról. Az adatok elemzésével és helyes konklúziók levonásával javítható az **energiahatékonyság**, automatizált energiamedzszment rendszerek bevezetésével pedig a működés tovább optimalizálható.

Nagyvállalatok esetén erre van kötelező előírás is, amely az elosztói tulajdonban lévő elszámolási mérőn túl a nagyobb berendezések, üzemegységek tekintetében fogyasztói tulajdonban lévő ún. almérők telepítését is kötelezővé teszi. Az almérőkből előálló adatok - akár valós idejű - elemzésére és az adat alapú energiamedzszmentre ugyanakkor nincs előírás, pedig a valós megtakarítás ezzel együtt válik elérhetővé.

A fogyasztás jobb, mélyebb, részletesebb ismerete segíti az energiamegtakarítási lehetőségek azonosítását. Emellett a fogyasztó oldali, energetikai fókuszú digitalizáció, és az ennek részét képező, fejlett adatgyűjtési, akár valós idejű adatelemzési és beavatkozási képességek **nyolcvanötödik kereskedelmi stratégiák** követését is lehetővé teszik. Lehetőség nyílik pl. a fogyasztásnak a napi energiaárakhoz vagy a saját naperőmű termeléséhez igazítása, vagy a lekötött hálózati kapacitások optimalizációja a fogyasztási csúcsok "levágásával".

A saját fogyasztási adatok elemzése, az időbeli optimalizálás és a megfelelő kereskedelmi szerződések kiválasztása **magasabb kontroll** lehetőségét biztosítja a vállalatoknak a dinamikusan változó energiapiaci körülmények között. A napon belüli kereskedelem a hálózat egyensúlya miatt is hasznos, hiszen a fogyasztás és termelés optimalizálása csökkenti a megújuló terjedése miatt növekvő hálózati terheltséget és az ebből fakadó volatilitást a piaci árakban.

2.2 Dekarbonizációs lehetőségek

A digitalizáció, valamint az ezáltal biztosított mérési- és adatgyűjtési eszközök és folyamatok megteremtik a lehetőséget arra, hogy a nagyfogyasztók megfelelően optimalizálják az energiafogyasztásukat, ezáltal pedig energiahatékonyan működjenek, és ennek megfelelő beruházásokat hajtsanak végre. Kihívás azonban, hogy a felhasznált energia ne csupán költséghatékonyan, hanem klímasemleges módon álljon elő, így a **szén-dioxid kibocsátás minimalizálása** is általános céllá vált. A dekarbonizációra számos lehetőség áll a nagyfogyasztók rendelkezésére.

Nagyfogyasztók dekarbonizációs lehetőségei

ÜHG kibocsátás típusa	ÜHG kibocsátással járó tevékenység	Dekarbonizáció eszköze	PwC komment
Scope 1	Földgáz felhasználás	Hőigény biztosítása villamos energiával	<ul style="list-style-type: none"> Az elektrifikáció hőszivattyúval, ill. hibrid vagy teljesen elektromos kazánokkal való megvalósítása A villamos energia szélesebb körű használata csökkentheti a vállalat Scope 1 típusú ÜHG kibocsátását Hálózati csatlakozás szempontjából nem feltétlenül fizibilis megoldás
Scope 1	Földgáz felhasználás	Nulla vagy alacsony ÜHG kibocsátással rendelkező hőtermelés	<ul style="list-style-type: none"> Az ipari fogyasztók körében jellemző, egyre népszerűbb a saját telephelyen termelt energia (pl. geotermia, vagy földgáz tüzelésű kogeneráció) Egyes technológiák nehezen skálázhatóak, de egy komplex energetikai rendszerben jól használhatóak (pl. biomassza) A volatilis energiapiaci környezetben az energia trilemma mindhárom szempontját érvényesíteni lehet
Scope 1	Földgáz felhasználás	Hőigény biztosítása zöld hidrogénnel	<ul style="list-style-type: none"> A zöld hidrogén előállítása ma még drága, ezért inkább hosszú távú megoldás lehet Hidrogén-ready kazánok szükségesek (kazánszállítóknál ma már jellemző iparági gyakorlat)
Scope 1	Földgáz felhasználás	Karbon kredit vásárlása	<ul style="list-style-type: none"> A karbon kredit a jelenlegi technológiákkal nehezen megszüntethető ÜHG kibocsátás fedezésére szolgáló, kereskedhető eszköz A karbon kreditek volumene dinamikusan nő, jelenleg kb. 300 MtCO₂e, amely várhatóan 2 GtCO₂e-re növekszik az évtized végére
Scope 1	Földgáz felhasználás	Biometán fehér bizonyítvány vásárlása	<ul style="list-style-type: none"> A biometán fehér bizonyítványok európai piaca kezdeti fázisban van, ma még nem reális alternatívája az önkéntes karbon krediteknek
Scope 1	Gépjárműhasználat	Nulla vagy alacsony kibocsátással üzemelő járművek használata	<ul style="list-style-type: none"> A jelenlegi technológiai háttérrel az akkumulátoros elektromos járművek és hibrid megoldások segítik a dekarbonizációt A jövőben a hidrogén használata, vagy a szintetikus üzemanyagok terjedése csökkentheti az ÜHG kibocsátást
Scope 2	Hálózati villamos energia fogyasztás	Megújuló energiatermelés a	<ul style="list-style-type: none"> A fogyasztó telephelyén történő energiatermelés népszerű formája a tetőre vagy a gyár mellé telepített naperőművek

		fogyasztó területén	<p>használata</p> <ul style="list-style-type: none"> A beépíthető terület végessége, illetve a termelési és fogyasztási karakterisztika eltérése miatt teljes ellátást nem képes biztosítani a fogyasztó számára Egyes esetekben már technológia is megoldást jelenthet (pl. biomassa, biogáz)
Scope 2	Hálózati villamosenergia-fogyasztás	Fizikai vagy virtuális PPA szerződés megújuló energiatermelővel	<ul style="list-style-type: none"> Általános dekarbonizációs elvárásoknak megfelelő megoldás Relatíván könnyen elérhető a piacon, Magyarországon is számos naperómű projekt elérhető PPA szerződésre Lehetőséget biztosít a villamos energia piaci ár volatilitásának fedezésére
Scope 2	Hálózati villamosenergia-fogyasztás	Származási garancia (GO) vásárlása	<ul style="list-style-type: none"> Elfogadott fedezési megoldás villamosenergia-fogyasztás dekarbonizációjára Könnyen hozzáférhető, akár a vállalat villamosenergia-kereskedőjétől beszerezhető, likvid piaci termék Magyarországon is Jó megoldás lehet megújuló PPA vagy telephelyen hasznosított megújuló energiaforrások által nem fedezett villamosenergia-fogyasztás dekarbonizálására
Scope 3	Egyéb értéklánc-szintű kibocsátások	n/a	<ul style="list-style-type: none"> Az energiastatégiaiknak jellemzően ma még nem képezi alapvető részét a Scope 3 kibocsátás csökkentése Érdemes ugyanakkor feltérképezni és leltározni ezeket az ÜHG kibocsátásokat is
Dekarbonizációt támogató technológiai megoldások		Energiatárolás	<ul style="list-style-type: none"> Az energiatárolás létfontosságú támogató technológia, amely segítségével enyhíthető az időjárásfüggő termelők volatilitása és növelhető a hálózat rugalmassága Nagyfogyasztók számára különösen indokolt lehet a saját telephelyen megtermelt villamos energia tárolása, amely segíti az önszabályozást és pontosabb menetrend-tartást
Dekarbonizációt támogató technológiai megoldások		Microgrid, digitalizáció, hálózati fejlesztés	<ul style="list-style-type: none"> A telephely adataalapú és digitalizált energetikai vezérlése javítja az energiahatékonyságot, és támogatják egy komplexebb, decentralizált energiatermelésre épülő rendszer fenntartását

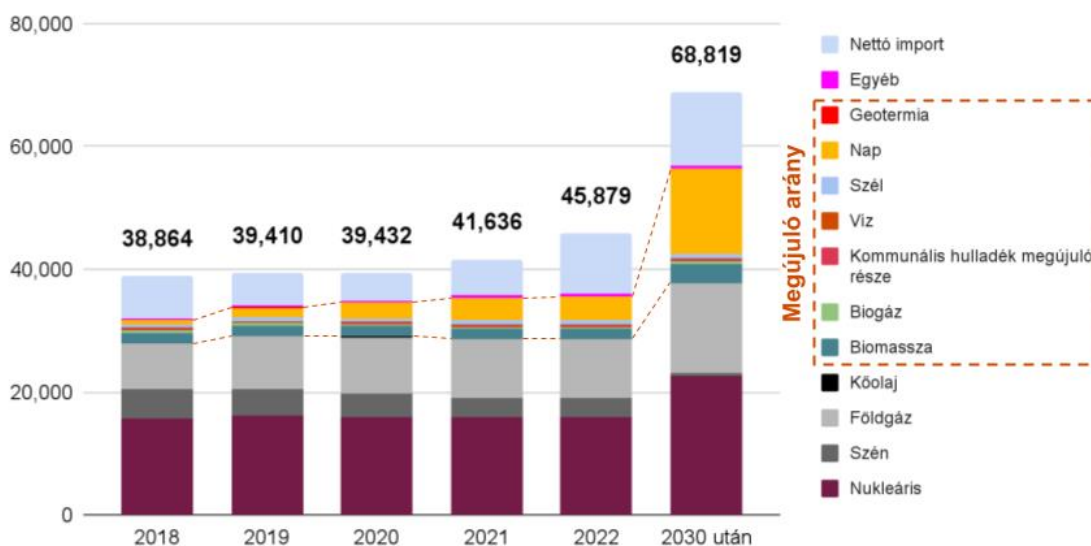
Forrás: PwC szerkesztés

2.3 Decentralizált energiatermelés

A villamosenergia-termelés hagyományos centralizált modelljét, amelyben a fogyasztókat néhány, az átviteli hálózatra kapcsolódó nagyméretű (jellemzően fosszilis vagy nukleáris) erőmű látja el energiával, egyre inkább felváltja a decentralizált energiatermelés. Ilyenkor a villamosenergia-termelés gerincét **nagyszámú, de kisméretű**, az elosztóhálózatra kapcsolódó megújuló erőmű adja.

A decentralizációs folyamat eredményeképp mind Magyarországon, mind a környező országokban egyre nagyobb mértékben hasznosítanak **megújuló erőforrásokat** villamos energia termelésére, hiszen ezek könnyen skálázhatók, illetve környezeti és pénzügyi szempontból kedvező lehetőséget biztosítanak az időjárásfüggő termelők, ráadásul az importált energia mennyiségét csökkentve az energiabiztonsághoz is hozzájárul.

Magyarország villamosenergia-mixe (2018-2030, GWh)



Forrás: KSH, NEKT WAM scenárió, PwC

Magyarországon és a szomszédos EU tagállamokban is töretlen trend az elmúlt 10 évben, hogy sok pénzügyi befektetés és tudás áramlik megújuló energiába. Emiatt ma már nem elhanyagolható a megújuló aránya a régió villamosenergia-termelési mixében, terjedésük pedig várhatóan folytatódni fog. **Hazánkban elsősorban a naperőművek felfutása jelentős.** Jelenleg a teljes beépített naperőművi kapacitás meghaladja az 5 000 MW-ot, amelyből több mint 1 900 MW háztartási méretű kiserőmű, további 3 100 MW kapacitást pedig ipari méretű naperőművek biztosítanak.⁷ A számításoknál gyorsabb ütemű növekedésnek köszönhetően a 2030-ra akár 12 000 MW megújuló összkapacitás is rendelkezésre állhat az országban.

Nagyfogyasztói szempontból fontos megjegyezni, hogy **Magyarországon ma már nem működik ártámogatási rendszer a megújuló erőművekre** vonatkozóan. Az évtized végéig megépülő naperőművek emiatt tisztán piaci alapon fognak működni, amely lehetőséget biztosít a nagyfogyasztó vállalatoknak arra, hogy lekössék ezeket a kapacitásokat **hosszútávú megújuló PPA szerződéseik** keretében. Szakpolitikai cél a naperőművek számának növelése mellett a szélenergia arányának javítása, illetve a nem időjárásfüggő technológiák (biomassza, biogáz, vízenergia) kihasználtságának fokozása. Mivel ezek a technológiák elsősorban hazai erőforrásokon alapulnak, támogatják az ország energiabiztonságának fenntartását is.

Más országokhoz hasonlóan hazánkban is működik az ún. **megújuló energia származási garancia (GO)**⁸ rendszere, amely egy **EU-ban elfogadott dekarbonizációs eszköz** a hálózatról vételezett villamos energia zöldítésére. A növekvő megújuló alapú energiatermelés azt jelenti, hogy várhatóan a GO kínálat is bővülni fog a következő időszakban.

3. Javaslatok a nagyfogyasztók számára

3.1 Energiaellátás stratégiai szintre emelése

Az utóbbi időszak energiapiaci krízisei, illetve az előttünk álló dekarbonizációs célok egyértelműen és gyorsan hozták közelebb az energia trilemma (megfizethetőség, ellátásbiztonság, fenntarthatóság) kihívásait az ipari nagyfogyasztókhöz, akiket ezek a nehézségek jellemzően váratlanul értek. Éppen ezért az egyik fontos javaslat, hogy az energiaellátás kérdésének a vállalati stratégia szintjére kell emelkednie, és **energetikai fejlesztési stratégiával**

⁷ Forrás: MAVIR

⁸ Guarantee of Origin

kell a nagy energiafogyasztóknak rendelkezniük, amely képes figyelembe venni a környezet változásait, így teremtve rezilienciát a vállalat működésében.

Jelentős támogató eszköz a fejlesztési stratégiák kialakításában a digitalizáció: az okos megoldások terjedése lehetővé teszi, hogy az energiafogyasztás közel valós időben monitorozásra kerüljön. Az így összegyűjtött adatok elemzésével meghatározhatók a fogyasztó szempontjából optimális fejlesztési akciótervek, amelyek az energia trilemma minden tényezőjére reagálnak. Megfelelő adatelemzés segítségével **meghatározhatóak** például a rendelkezésre álló technológiai lehetőségek közül a megvalósítható és megtérülő **energiahatékonysági beruházások**.

3.2 Befektetés saját energiatermelő eszközökbe

Az orosz-ukrán háború miatt átalakuló európai földgázpiac változásai, illetve a EU-szintű dekarbonizációs folyamatok és a megújuló termelők rendszerszintű integrációja növeli az energia költségét a vállalatok számára. A költségtöbblet egyik meghatározó része volt Magyarországon az utóbbi időben a rendszerhasználati díj emelkedése.

Ennek kiküszöbölésére megfelelő válasz lehet befektetni **saját energiatermelő eszközökbe**, hiszen ezek a rendszerhasználati díj nélkül képesek a villamosenergia- és hőigény ellátására a telephelyen, így nagyon versenyképesek lehetnek a hálózatról vételezett villamos energiával szemben.

A **tetőre, parkolók fölé** vagy **szabad telekterületre telepített naperőművek** mindenképp jó befektetésnek tűnnek. Ezeket azonban érdemes megfelelően a fogyasztási profilra méretezni, illetve adott esetben akkumulátorokkal és elektromos- vagy hibridkazánokkal együtt az energetikai rendszerbe tervezni. Fontos kiemelni, hogy ezeknek a naperőműveknek a kihasználtsága jellemzően max. 30-40% lehet, így **teljes ellátást** semmiképpen **nem biztosít** a fogyasztó számára.

Közel teljes ellátási megoldást jelenthet azonban **földgáz tüzelésű kogenerációs** erőművet telepíteni a telephelyre. A földgáz és villamos energia piaci árkülönbségnek, a technológia **magas hatásfokának**, illetve a rendszerhasználati díj-mentes ellátási képességnek köszönhetően pénzügyileg is fizibilis lehet a hazai vállalatok számára. Az európai ipari nagyfogyasztók körében a fenti szempontok miatt igen népszerű ez a megoldás, és Magyarországon sem példa nélküli az alkalmazása. Fontos megemlíteni, hogy a magas hatásfokú kogeneráció az EU Taxonómia szerint a következő időszakban alapvetően egy **elfogadott, "fenntartható" energiatermelési technológiának** fog számítani, így valóban befektetésre alkalmas lehet. Az elfogadottságát azonban ismerni kell az adott ipari nagyfogyasztó érintettjeinél is, akik sokszor szigorúbb dekarbonizációs elvárásokat támasztanak, mint az EU jogszabályi környezete.

3.3 Megújuló PPA-k

Azon vállalatok számára, akik nem tudnak vagy nem szeretnének behind-the-meter energiatermelő eszközökbe fektetni, a **hosszútávú megújuló PPA-k** nyújthatnak megoldást a dekarbonizációs és energiaár volatilitás csökkentési célokra.

Fizikai PPA szerződések esetén egy villamosenergia-kereskedő köztes félként szerződésben van a termelővel és a fogyasztóval is. Az erőmű a megtermelt villamos energiát a kereskedőnek értékesíti, míg a fogyasztó a kereskedőtől a közcélú hálózaton keresztül szerzi be az energiát és a hozzá tartozó GO-t, jellemzően havi nettó elszámolással, hosszú távon fix, vagy a piaci árindexszel korrigált áron. A fizikai PPA így kiszámítható költségeket garantál, így képes lehet a hagyományos energiaszerződéseket helyettesíteni.

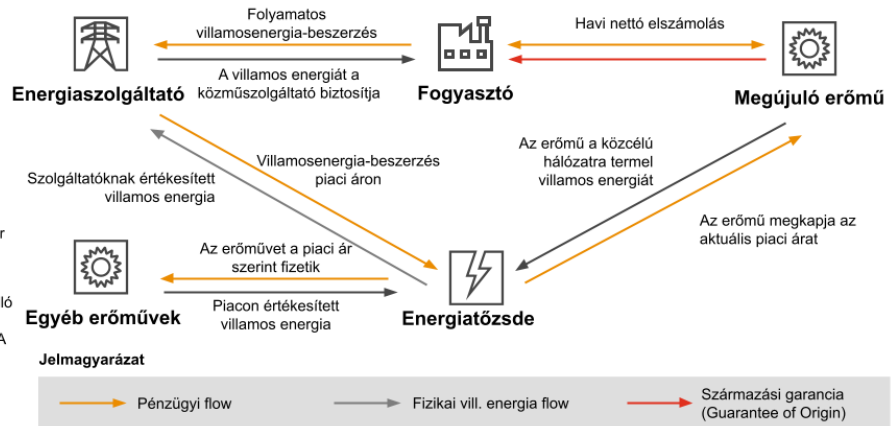
A **vPPA** egy tisztán pénzügyi elszámolási szerződés a két fél között, azaz a fogyasztó a villamos energiát a szokásos módon az energiaszolgáltatótól szerzi be. Az erőmű a megtermelt villamos energiát értékesíti a piacon, az aktuális piaci áron. Az erőmű és a fogyasztó között havi nettó elszámolás van, ahol a piaci ár és a vPPA-ban szerződött ár különbségét előjeltől függően megfizetik a másikkal. Jellemző, hogy az erőmű a vPPA szerint a fogyasztó számára értékesített villamos energiára vonatkozó GO-t is átadja.

Virtuális PPA üzleti koncepciója

A virtuális villamosenergia-vásárlási szerződés (vPPA) egy tisztán pénzügyi elszámolási szerződés (Contract-for-Difference, CfD) a megújuló energiaforrást hasznosító erőmű és az átvévő között - fizikai szállítás nem történik, így az erőmű távol eshet az átvévő fogyasztási helyétől.

vPPA üzleti koncepció

- Az energiavásárlás előtt a CfD típusú PPA-k világszerte a megújuló erőművek további terjedését voltak hivatottak segíteni az állami támogatási programok (pl. KÁT, METÁR) kifizetése után
- A megújuló energia ma már nem szorul támogatásra, a technológia versenyképes, így alacsonyabb beszerzési ár érvényesíthető (nincs üzemanyag igény)
- Az erőmű és az átvévő a PPA ár és piaci ár különbözeteivel jellemzően havonta számolnak el egymás között
- Piaci gyakorlat, hogy a megtermelt megújuló forrásból származó villamosenergia után kiadható származási garancia (GO) a vPPA szerződés keretében az átvévőhöz kerül



3.4 Energiatárolás

Az akkumulátoros energiátároló alkalmazásának számos módja elképzelhető egy ipari nagyfogyasztónál attól függően, hogy mi a felhasználás célja, hiszen az eszközök gyors és megbízható ki-, illetve betárolási képessége sokféle műszaki és üzleti problémára jelenthet megoldást. Ezek egy része már most megfelelő megtérüléssel rendelkező üzleti lehetőség, míg más esetekben még szükség lehet az energiátárolók árának további csökkenésére, esetleg a szabályozási környezet idomulására.

Saját célra termelő erőmű kiegészítése

Az energiátárolás a nagy energiafogyasztó vállalatok körében hatékonyan támogathatja a tiszta energiára való átállást, ezáltal a dekarbonizációs elvárásoknak való megfelelést. Az akkumulátorok telepítése már a jelenlegi üzleti környezetben is indokolt lehet, a **kiegyenlítő szabályozási piacon** történő részvétel pedig erősíteni fogja az energiátárolási képesség igényét.⁹

Energiátároló telepítése a megújuló mellé nem kötelező, ugyanakkor a megújuló erőműve mellé telepített energiátárolóval (vagy más rugalmas eszközt), **hálózati csatlakozási díj kedvezmény** érvényesíthető,¹⁰ illetve **arbitrázs** ügyletek kötésére is lehetőséget teremt.¹¹ Mindez jól kiegészítheti a saját naperőművet is, és pl. egy ún. visszattos (azaz a hálózatra betáplálásra nem engedélyezett) erőmű esetén lehetőség nyílik a fogyasztáson túli, nem hasznosuló termelés betárolására és későbbi felhasználásra.

Villamosenergia-költség optimalizálása

Nagy jelentősége van az energia tárolásának az ún. **peak shaving**, azaz "csúcskiegyenlítés" során is. Újszerű megoldás lehet a nagyfogyasztók csúcsidei energiaigényének biztosítására, hogy a ritkán szükséges, kiemelten magas energiaszintet a lekötött hálózati kapacitás kiegészítésként energiátároló rendszerekkel biztosítják. Ily módon a nagyfogyasztóknak nem indokolt a ritkán kihasznált csúcsidei fogyasztására hálózati kapacitást lekötnie, mivel szükség esetén az akkumulátorok képesek biztosítani a többletenergiát. Ezáltal a hálózat rugalmasabbá válik, a fogyasztók pedig kapacitásdíjat takaríthatnak meg, illetve számos esetben (pl. hálózati szűk keresztmetszetek esetén) ez a leggyorsabb, legolcsóbb módja pl. egy gyárbővítés miatt előálló fogyasztásnövekedés lehetővé tételének.

A peak shavinghez hasonlóan az energiafogyasztás menetrendezésében is megjelenhet az energiátárolás. A fogyasztó saját maga által meghatározott menetrendtől való eltérés esetén alapvetően a szolgáltatónak és/vagy a rendszerirányítónak kell gyorsan biztosítania a különbözetet, amely magas költséggel jár. Megfelelő energiátároló

⁹ aFRR akkreditációval, 5 MW alatt aggregátoron keresztül, 5 MW felett önállóan is lehetséges

¹⁰ A Kormány 527/2022. (XII. 16.) Korm. rendelete a szabályozási többletkapacitásra és a saját célra termelő egységekre vonatkozó veszélyhelyzeti szabályokról

¹¹ Villamos energia vásárlására és betárolása alacsony árkörnyezetben (pl. éjszaka vagy a naperőműves termelési csúcspok idején), majd kitérőlése és elfogyasztása a csúcsidőszakban magasabb áron

berendezésekkel a **menetrendi eltérés lecsökkenthető** vagy megszüntethető, így ez a jelentős költségelem is - részben vagy egészben - megspórolható.

MAVIR rendszerszintű szolgáltatás nyújtása

Ahogy a tanulmány többször hivatkozza, az időjárásfüggő termelés terjedésével nagyobb szerepet kap a rugalmasság a villamosenergia-rendszerben. Ezt a szolgáltatást a rendszeregyensúly tartásáért felelős átviteli rendszerirányító (MAVIR) vásárolja meg külső felektől, az ún. **rendszerszintű szolgáltatások piacán**. Az akkumulátoros energiatárolóknak ezen a piacon - különösen az **FCR** és az **aFRR** részpiacokon¹² - fontos szerepe van, és az ipari nagyfogyasztók által, alapvetően saját felhasználásra telepített eszközök sincsenek ezekről kizárva. Ezek a fogyasztók így képesek lehetnek a rendszeregyensúly fenntartásában segíteni a MAVIR-t, amelyért cserébe bevételre számíthatnak, hozzájárulva a tárolói beruházás megtérülésének javításához. Ennek kapcsán valószínűleg együtt kell működniük az energiakereskedőjükkel, aki a MAVIR felé "piacra tudja vinni" a tárolói rugalmasság képességet.

Üzembiztonság fenntartása

Az energiatároló segítheti a **hirtelen feszültségletörések (voltage drop) kezelését** is. Ha a hálózati feszültség hirtelen csökken, az bizonyos fogyasztók stabil ellátásának veszélyeztetésével komoly üzembiztonsági kockázatot jelent. Az akkumulátoros energiatároló képes gyorsan és rugalmasan reagálni erre a jelenségre, így fenntartva a kívánt feszültségszintet.

Bár az akkumulátorok telepítése napjainkban még viszonylag magas költségtételt jelent a fogyasztóknak, a bemutatott példákon keresztül látható, hogy széleskörű alkalmazhatóságának köszönhetően megtérülő beruházás lehet. Az energiatároló képesség javítása pedig nem csupán fogyasztói, hanem hálózati szempontból is előnyös hosszú távon, ezért érdemes nagyfogyasztói szinten figyelemmel követni a technológia fejlődését, és megfontolni az ilyen jellegű beruházásokat.

¹² A rendszerirányító alapvetően háromfajta szabályozási tartalékot szerez be: FCR, aFRR, mFRR. Az FCR az elsődleges szabályozási tartalék, amely automatikusan működésbe lép, ha valamilyen frekvencia-eltérés tapasztalható. Ha ez a kiesés továbbra is fennáll, az FCR szerepét átveszi az aFRR 0.5-1 percen belül szinte automatikusan. Ha további tartalék aktiválására van szükség, az már csak rendszerirányítói engedéllyel használható: legkésőbb 15 perccel az engedély kiadása után lép működésbe az mFRR. Az akkumulátorok alapvetően az FCR és az aFRR részpiacokon meghatározott műszaki előírásoknak felelnek meg, így részvételük ezeken a piacokon jelentős.