



A zöld energetikai átállás hazai háttériparának fejlesztése

elemzés és javaslatok

Dr. Kaderják Péter

A BME ZKK vezetője

Budapest, 2024 december



Az elemzés háttere és módszertana

A meghatározó stratégiai dokumentumok által kijelölt irányok

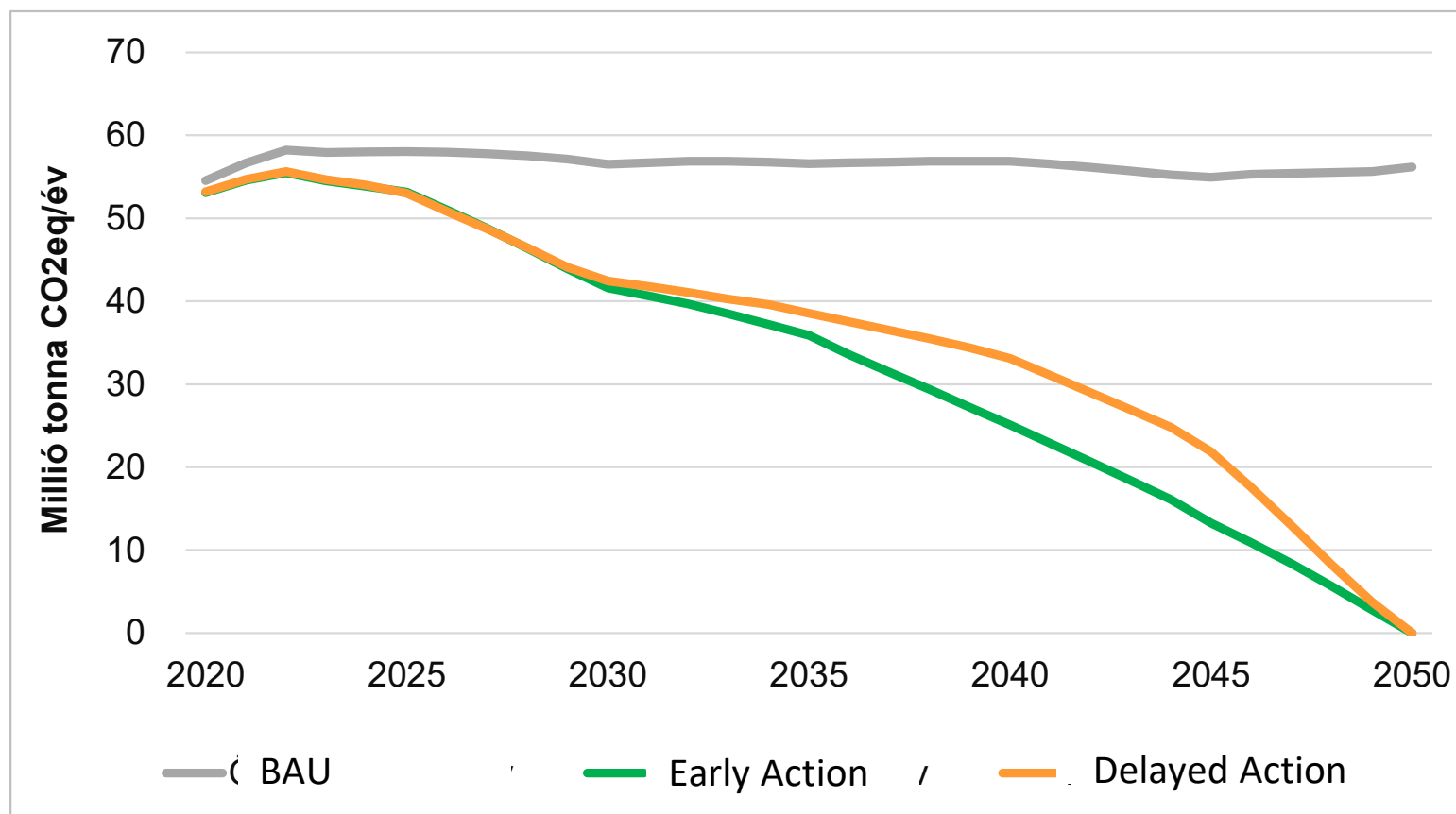
A vizsgált technológiák elemzésének eredményei

Javaslatok

Magyarország elkötelezett a klímasemleges gazdaság megteremtésében Ez az éves GDP 3-4%-a beruházását igényli három évtizeden keresztül



Nettó üvegházgáz (ÜHG) kibocsátási forgatókönyvek, Magyarország, CO₂eq/év



Ilyen jelentős beruházási program végrehajtása indokoltá teszi annak elemzését, hogy gazdaságfejlesztési szempontból energetikai háttérparunk megerősítése, fejlesztése mely területeken indokolt

- Meghatározó uniós és magyar energia- és klímastratégiai dokumentumok elemzése
 - Melyek a zöld átállás kulcs technológiái és a hazai befektetések fő irányai?
- IEA zöld energetikai technológiai elemzéséből 11 Magyarország számára releváns terület kiválasztása
 - Piaci rés; hazai kompetenciák; lényeges innovációs tartalom megléte
- A kiválasztott 11 technológia részletes elemzése a kockázatok, lehetőségeket és hazai adottságokat leíró dimenziók szerint
- Javaslatok megfogalmazása

A technológiák pontrendszerben kvantitatív és kvalitatív jellemzők alapján történő priorizálása



Piaci adottságok

Globális pénzügyi potenciál (milliárd euró)

Globális piaci növekedési potenciál (% CAGR)

Az előnyök időbeli realizálhatósága

Hazai adottságok

Humán erőforrások elérhetősége

Hazai meglévő ipari hagyományok és hálózatok

K+F+I-hálózat megléte

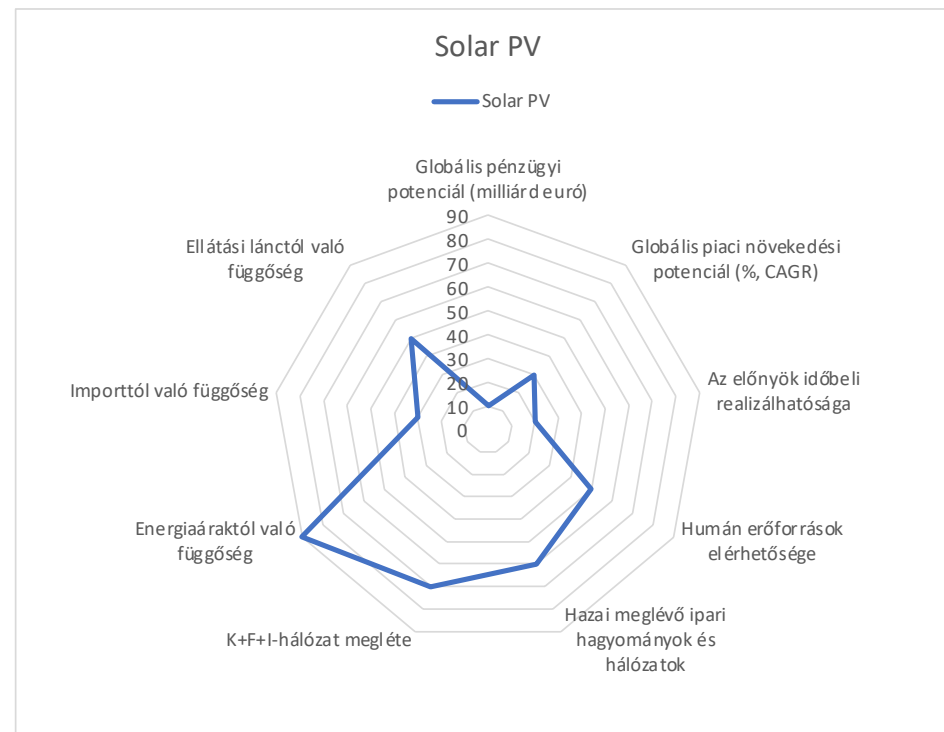
Kitettség

Energiaáraktól való függőség

Importtól való függőség

Ellátási láncból való függőség

Maximum
100 pont



Az elemzés háttere és módszertana

A meghatározó stratégiai dokumentumok által kijelölt irányok

A vizsgált technológiák elemzésének eredményei

Javaslatok

Európai zöld megállapodás European Green Deal



Kezdőlap/Stratégia és szakpolitika/Prioritások/[Európai zöld megállapodás](#)

Célunk, hogy Európa legyen a világ első klímasemleges kontinense

Az éghajlatváltozás és a környezetkárosodás egzisztenciális fenyegetést jelent Európa és a világ számára. E problémák kezelése érdekében az európai zöld megállapodás az EU gazdaságát modern, erőforrás-hatékony és versenyképes gazdasággá fogja átalakítani.

Biztosítani fogja, hogy:

- 2050-re nullára csökkenjen az üvegházhatású gázok nettó kibocsátása;
- a gazdaság növekedése függetlenedjen az erőforrás-felhasználástól;
- az átállásnak egyetlen ember vagy térség se legyen a vesztese.

Az európai zöld megállapodás a koronavírus-válságból is kiutat mutat. A hétéves uniós költségvetés és a NextGenerationEU eszköz révén rendelkezésre álló, összesen 1800 milliárd eurót kitevő pénzüsszeg egyharmada az európai zöld megállapodás célkitűzéseinek finanszírozására szolgál.



REPowerEU



A zöld megállapodáshoz kapcsolódó ipari terv



Uniós intézkedések az energiaválság megoldásáért

A zöld megállapodáshoz kapcsolódó ipari terv Green Deal Industrial Plan



Kezdőlap/Stratégia és szakpolitika/Prioritások/Európai zöld megállapodás/[A zöld megállapodáshoz kapcsolódó ipari terv](#)

Vezető szerepben Európa nulla nettó kibocsátású ipara

A zöld megállapodáshoz kapcsolódó ipari terv előmozdítja Európa nulla nettó kibocsátású iparának versenyképességét, és felgyorsítja a klímasemleges gazdaságra való átállást. E célokat úgy valósítja meg, hogy támogatóbb környezetet teremtsen az EU ipari szereplőinek ahhoz, hogy bővíteni tudják a nulla nettó kibocsátású technológiákhoz és termékekhez szükséges gyártási kapacitásaikat, mert enélkül Európa nem tudja elérni ambiciózus éghajlat-politikai céljait.

A terv négy pillére:



Kiszámítható és egyszerűbb szabályozási környezet



Gyorsabb hozzáférés a finanszírozáshoz



Készségfejlesztés



Nyitott kereskedelem a reziliens ellátási láncok érdekében

Ipar és a zöld megállapodás



Kezdőlap/Stratégia és szakpolitika/Prioritások/Európai zöld megállapodás/[Ipar és a zöld megállapodás](#)

Az európai zöld megállapodás az EU új növekedési stratégiája. Célja, hogy az Uniót igazságosabb és virágzóbb társadalommá alakítsa, amelynek gazdasága modern, erőforrás-hatékony és versenyképes, és amely az évszázad közepére beszünteti a nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátást.

Ahhoz, hogy 2050-ig elérjük a klímasemlegességet, ki kell aknáznunk az alacsony kibocsátású technológiák, valamint a fenntartható termékek és szolgáltatások globális piacaiban rejlő jelentős potenciált. A klímasemleges és körforgásos gazdaság megvalósításához azonban az ipar teljes körű mozgósítására van szükség. A folyamatban kulcsszerepe van minden ipari értékláncnak, beleértve az energiaigényes ágazatokat is.

A zöld és a digitális kettős átállás élén az új európai [iparstratégia](#) áll; mely hozzájár ahhoz, hogy Európa világszinten még versenyképesebbé váljon, és hogy csökkenjen az ipar szénlábnyoma – ez utóbbi érdekében megfizethető, tiszta technológiai megoldásokat kínál és új üzleti modelleket dolgoz ki.

Európai iparstratégia



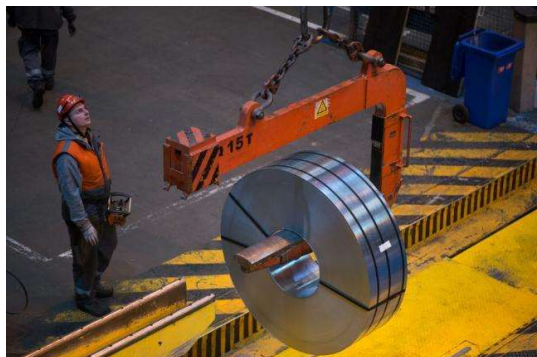
Kezdőlap/Stratégia és szakpolitika/Prioritások/A digitális korra felkészült Európa/[Európai iparstratégia](#)

Új korszak kezdődött Európa történetében, melyet a klímasemlegességre való törekvés és a digitális transzformáció fémjelez. Az európai iparstratégia azt hivatott garantálni, hogy az európai ipar vezető szerepet tudjon játszani ebben a folyamatban.

Bár a válság különbözőképpen érintette az egyes gazdasági ökoszisztémákat és vállalkozásokat, a fő problémák általánosságban a következők:

- a személyek, áruk és szolgáltatások szabad mozgásának korlátozása a határokon;
- a globális ellátási láncok megszakadása, amely befolyásolja az alapvető termékek rendelkezésre állását;
- keresleti zavarok.

E problémák kezelése érdekében az aktualizált iparstratégia új intézkedéseket javasol a válságból levont tanulságok figyelembevétele és a beruházások fenntartása érdekében. Különösen a következőkre összpontosít:



Az egységes piac rezilienciájának erősítése



Európa nyitott stratégiai autonómiájának támogatása a függőségek kezelése révén



A kettős átállás nyújtotta gazdasági előnyök kiaknázása

A nulla nettó kibocsátási célt szolgáló iparról szóló jogszabály

Net-Zero Industry Act



A nulla nettó kibocsátási célt szolgáló iparról szóló jogszabály a zöld megállapodáshoz kapcsolódó ipari terven alapuló kezdeményezés, amelynek célja, hogy lendületet adjon a tiszta technológiák gyártásának az EU-ban. Ez azt jelenti, hogy növelni kell az EU-ban azon technológiák gyártási kapacitását, amelyek elősegítik a tiszta energiára való átállást, és amelyek alkalmazása során az üvegházhatásúgáz-kibocsátás mértéke rendkívül alacsony, nulla vagy negatív.

A cél az, hogy az Unióban a nulla nettó kibocsátású stratégiai technológiák gyártására vonatkozó teljes kapacitás 2030-ra megközelítse vagy elérje az ilyen technológiák iránti szükségletnek legalább 40%-át.

A jogszabály olyan technológiák térnyerését segíti elő, amelyek jelentős mértékben hozzájárulnak a dekarbonizációhoz. Különösen azokat a kereskedelmi forgalomban elérhető stratégiai nulla nettó kibocsátású technológiákat fogja támogatni, amelyek jelentős mértékű, gyors kapacitásbővítési potenciállal rendelkeznek. Az ilyen technológiák erősítik az EU ipari versenyképességét és energiarendszerének rezilienciáját, miközben lehetővé teszik a tiszta energiára való átállást.

Kulcsfontosságú technológiák



Fotovoltaikus és
naphőenergia-technológia



Elektrolízátorok és
üzemanyagcellák



Szárazföldi szélenergia
és tengeri megújuló
energiaforrások



Fenntartható
biogáz/biométán



Akkumulátorok és tárolás



Szén-dioxid-leválasztás
és -tárolás



Hőszivattyúk és
geotermikusener-
gia-technológiák



Energiahálózati technológiák

A nulla nettó kibocsátási célt szolgáló iparról szóló jogszabály



A nulla nettó kibocsátású technológiákba történő beruházások ösztönzése érdekében a jogszabály a következőket irányozza elő:

- **A nulla nettó kibocsátási célt szolgáló stratégiai projektek:** a nulla nettó kibocsátási célt szolgáló uniós ipar rezilienciájának és versenyképességének megerősítéséhez elengedhetetlen kiemelt projektek azonosítása
- **A bürokrácia csökkentése és az engedélyezés felgyorsítása:** a nulla nettó kibocsátású gyártási projektek kidolgozásával kapcsolatos adminisztratív terhek csökkentése, valamint egyszerűbb és gyorsabb engedélyezési eljárások, kiváltképp a stratégiai projektek esetében, ami növelni fogja a tervezési és beruházási biztonságot
- **Szén-dioxid-besajtolási kapacitás:** szén-dioxid-leválasztási és -tárolási projektek támogatása, főként a szén-dioxid-tárolóhelyek hozzáférhetőségének javítása révén
- **Beruházások vonzása:** a nulla nettó kibocsátási célt szolgáló európai platform és az Európai Hidrogénbank révén
- **A piacokhoz való hozzáférés megkönnyítése:** fenntarthatósági és rezilienciával kapcsolatos kritériumok megvalósítása a közbeszerzési eljárásokban és az árverések során a megújuló energiaforrások iránti kereslet fellendítése érdekében
- **Innováció:** szabályozói tesztkörnyezetek kialakítása az innovatív nulla nettó kibocsátású technológiák kifejlesztésének és tesztelésének elősegítése, valamint az innováció számára egyenlő versenyfeltételek megteremtése érdekében
- **Készségfejlesztés:** a nulla nettó kibocsátási célt szolgáló ipari akadémiák létrehozása a nulla nettó kibocsátási célt szolgáló európai platform támogatásával és felügyeletével; ezek az akadémiák képzést és oktatást biztosítanak a nulla nettó kibocsátású technológiákról, és hozzá fognak járulni minőségi munkahelyek megteremtéséhez.

A SET-terv célja, hogy elérje az EU energia- és éghajlat-politikai céljait, és globális vezetővé tegye Európát a tiszta energia és az energiahatékonysági technológiák terén.

A terv ezt a következőképpen valósítja meg:

- hozzájárulás az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energia fejlesztésére irányuló nemzeti kutatási és innovációs tevékenységek összehangolásához az uniós tagállamok és 4 társult ország (Norvégia, Izland, Törökország és Svájc) között
- a nemzeti kutatási és innovációs programok összehangolása a menetrenddel.

Egyre fontosabbá válik, hogy a köz- és magánberuházásokat az energetikai átálláshoz szükséges technológiák felé irányítsák. A SET-terv fokozza a kormányok, az ipar és a kutatóintézetek közötti együttműködést a tiszta energiára irányuló kutatási és innovációs finanszírozási rendszerek felhasználásának ösztönzése érdekében.

Az Európai Bizottság 2023. október 20-án közleményt fogadott el a SET-terv felülvizsgálatáról. A stratégiai energiatechnológiai terv (SET-terv) felülvizsgálatáról szóló közlemény célja, hogy összehangolja a SET-terv eredeti stratégiai célkitűzéseit az európai zöld megállapodással (European Green Deal), a REPowerEU-val és a zöld megállapodás szerinti ipari tervvel (Green Deal Industrial Plan), nevezetesen a nulla nettó kibocsátási célt szolgáló iparról szóló jogszabállyal (Net-Zero Industry Act). Egységes megközelítést biztosít Európa dekarbonizációs céljainak eléréséhez, az európai stratégiai nulla nettó energiaigényű technológiák támogatásához, valamint a fenntartható és reziliens energetikai jövő kiépítéséhez.

Stratégiai energiatechnológiai terv Strategic Energy Technology Plan

[SET-Plan](#)



A SET-terv tevékenységeit 10 kutatási és innovációs cselekvésre csoportosítják. A kutatástól a piaci elterjedésig a teljes innovációs láncot érintik, és mind a finanszírozási, mind a szabályozási keretekkel foglalkoznak.

The European Strategic Energy Technology Plan



A tiszta energiára való globális átállás szempontjából kritikus energiatechnológiák és értékelésük



Az IEA Tracking Clean Energy Progress (TCEP) felmérése az energiarendszer több mint 50 olyan összetevőjének közelmúltbeli fejlődését értékeli, amelyek kritikusak a tiszta energiára való átállás szempontjából.

● On track ● More efforts needed ● Not on track

Energy System Overview

- Energy Efficiency
- Behavioural Changes
- Electrification
- Renewables
- Bioenergy
- Hydrogen
- Carbon Capture, Utilisation and Storage
- Innovation
- International Collaboration
- Digitalisation

Cross-Cutting Technologies & Infrastructure

- CO2 Transport and Storage
- CO2 Capture and Utilisation
- Bioenergy with Carbon Capture and Storage
- Direct Air Capture
- Electrolysers
- District Heating
- Data Centres and Data Transmission Networks

Electricity

- Coal
- Natural Gas
- Solar PV
- Wind
- Hydroelectricity
- Demand Response
- Nuclear Power
- Grid-scale Storage
- Smart Grids

Oil & Natural Gas Supply

- Methane Abatement Gas
- Flaring

Low-Emission Fuels

- Biofuels

Transport

- Cars and Vans
- Trucks and Buses
- Rail
- Aviation
- International Shipping
- Electric Vehicles

Industry

- Steel
- Chemicals
- Cement
- Aluminium
- Paper
- Light Industry

Buildings

- Heating
- Space Cooling
- Lighting
- Appliances and Equipment
- Building Envelopes
- Heat Pumps

Az elemzés háttere és módszertana

A meghatározó stratégiai dokumentumok által kijelölt irányok

A vizsgált technológiák elemzésének eredményei

Javaslatok

1. Töltőállomások rendszerintegrációja



Hidrogéntöltő állomások rendszerintegrációja, egyedi (bespoke) megoldások gyártási kapacitásának kiépítése

Rövid leírás

Redszerintegrációs tevékenység alatt a végső terméket részben akár hazai gyártású, részben import al- és segédüzemi komponensekből történő összeállítását értjük. A hazai KKV szektorban nagy az érdeklődés a technológiai egységek kiegészítő elemekkel (Balance of Plant, BoP) való ellátása, azaz a technológiai egységek alkalmazási környezetbe integrálása iránt különösen a közlekedési szektorban és azon is belül elsősorban a töltőállomások terén.

A koncepció lehetőséget kínál és teret nyit a felhasznált főbb komponensek hazai beszerzésére is, ami által a szektor regionális felfutásával és a piac bővülésével az értéklánc egyre nagyobb mértékben lefedhető lenne hazai beszállítókkal.

Piaci potenciál

Az Európai Unió hidrogéntöltő infrastruktúrájának bővítését az EU Fit for 55 csomag részét képező, 2024 áprilisában hatályba lépő AFIR jogszabályok ösztönzik, melyek kötelezővé teszik, hogy 2030-ra a TEN-T útvonalak mentén legalább 200 km-enként hidrogéntöltő állomásokat telepítsenek. Magyarországon a Nemzeti Hidrogénstratégia célkitűzései alapján 2030-ig 20 hidrogéntöltő állomást kell létesíteni. A hidrogéntöltő állomások piacának várható növekedése 19,43% 2030-ig, a hozzáadott érték teremtésében a rendszerintegráció és a komponensek gyártása járhat előljáró szereppel.

Fontos megjegyezni, hogy a hidrogéntöltő infrastruktúra bővülése csak akkor lesz hatékony, ha a hidrogénjárművek iránti kereslet is növekszik.

Hazai adottságok

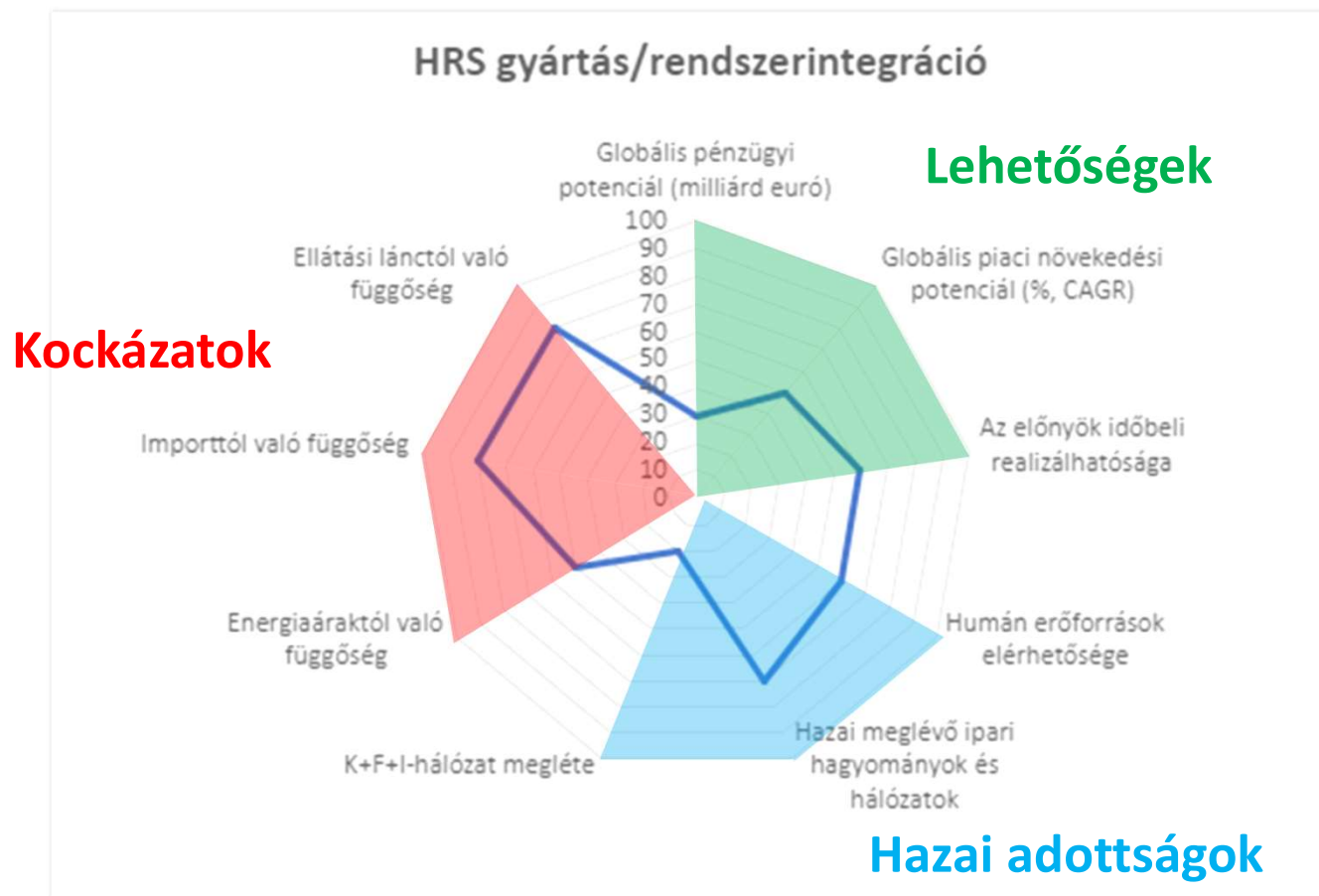
A 2021-ben végzett célzott ipari felmérés szerint Magyarországon a hidrogén alapú technológiák inkább felhasználási, mint fejlesztési oldalon vannak jelen, azonban növekvő érdeklődés mutatkozik a rendszerintegráció iránt. Több hazai vállalat rendelkezik a hidrogén előállítás és tárolás integrációjával kapcsolatos kompetenciákkal, és legalább 20 cég foglalkozik hidrogéntekológiai komponensek fejlesztésével. Az oktatás területén is lépések történtek, több egyetem indított hidrogéntekológiai fókuszú továbbképzést, hogy kielégítse a növekvő munkaerőpiaci igényeket.

Kitettség/kockázatok:

- Magas bekerülési költségek
- Hosszútávú versenyképesség
- Beszállítói láncok és készletezés
- Dinamikusan változó technológiai környezet
- Kormányzati ösztönzők
- Szakpolitika és szabályozás
- Politikai instabilitás

Töltőállomások rendszerintegrációja

Hidrogéntöltő állomások rendszerintegrációja, egyedi (bespoke) megoldások gyártási kapacitásának kiépítése



2. Hidrogéntárolás

Újtípusú hidrogéntárolási megoldások fejlesztése/gyártása



Rövid leírás

A hidrogén tárolása a technológiai értéklánc alapvető eleme, elengedhetetlen a hidrogén mobilitási, ipari és energetikai alkalmazásaihoz. A tárolási megoldások sokfélék lehetnek, például acéltartályok, szénszál erősítésű polimer kompozit tartályok, vagy szilárd adszorbens tárolók, amelyek új generációja ígéretes megoldásokat kínál a magas energiasűrűség, alacsony nyomás és biztonságos, hosszú távú tárolás kihívásaira. Magyarország kedvező adottságokkal rendelkezik a hidrogéntárolási technológiák fejlesztéséhez és gyártásához, erős tudományos háttérrel és fejlett ipari infrastruktúrával, amely az energetikai és mobilitási szektorban is jelentős potenciált rejt.

Piaci potenciál

Hazánkban a teljes beépített energiatárolói kapacitás mindössze 20 MW így ez önmagában egy jelentős növekedési potenciállal (CAGR 129.30%) bíró piac a technológia számára. A hálózati szolgáltatások piacán túl további energetikai célú felhasználás még a zöld aggregátorok alkalmazása (pl.: építkezések, filmforgatások, energiaközösségek, vagy elszigetelt helyszínek, mint határvédelem), ahol a villamosenergián túl a hidrogéntárolás révén adott esetben akár melegvíz mint kapcsolt energia előállítható így növelve egyrészt a rendszer teljes hasznos hatékonyságát, valamint a tároló szolgáltatásait.

Hazai adottságok

A 2021-es ipari felmérés alapján Magyarországon több KKV tervezi hidrogéntárolási megoldások alkalmazását vagy gyártását, bár a fém-hidrides tárolás iránti érdeklődés limitált. A technológia előnye, hogy nem igényel specializált gépparkot, így a meglévő ipari adottságok lehetővé teszik a gyártást, és az adszorbens közeg hozzáadott értéke is jelentős. Hazai gyártási potenciál és releváns kutatási háttér rendelkezésre áll, amit a frissített Nemzeti Energia- és Klímaterv is támogat, kiemelve az innovatív energiatárolási megoldások ösztönzését, amelyek hosszabb ideig képesek nagy mennyiségű energiát tárolni.

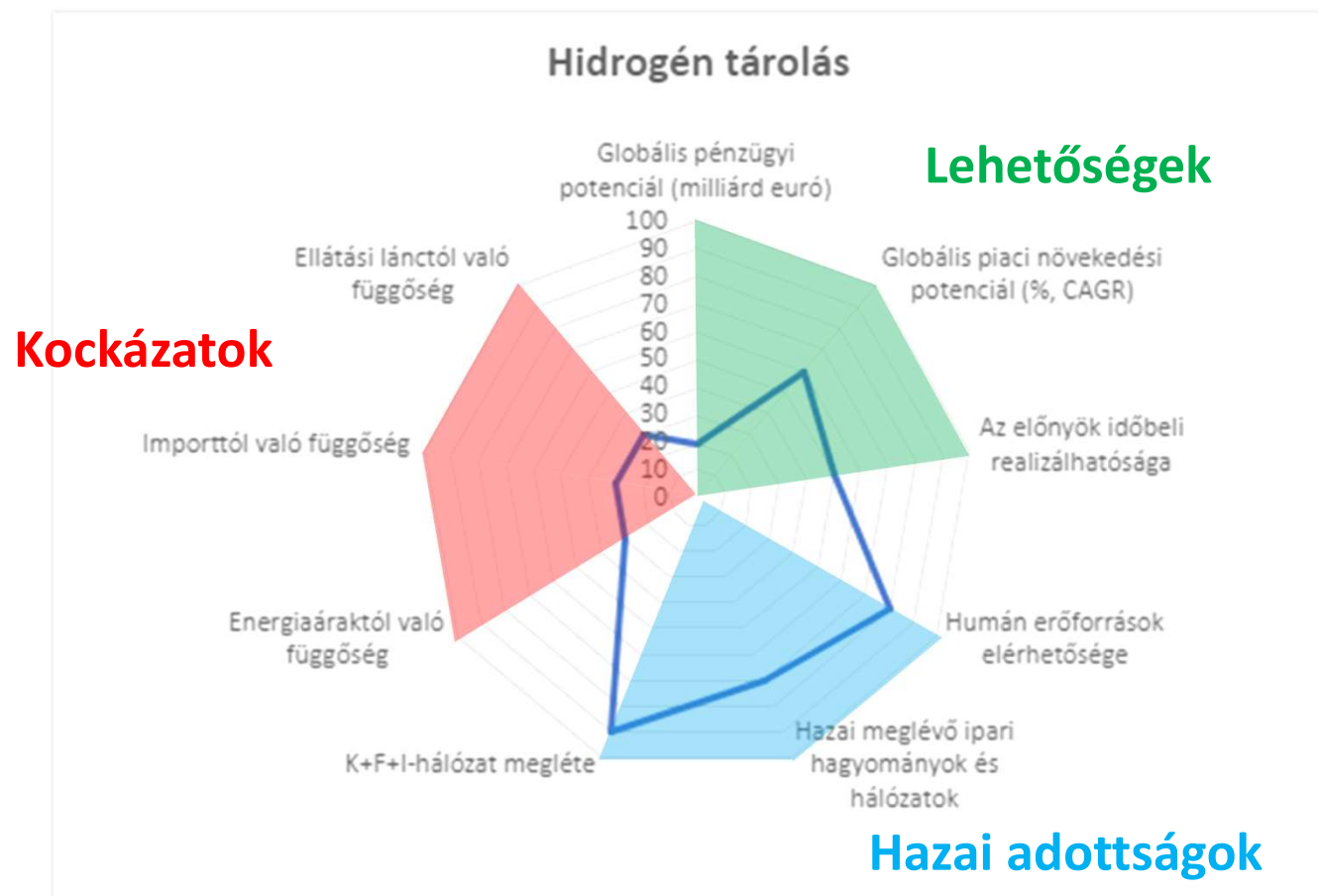
Kitettségek/kockázatok:

A rendszer viszonylag alacsony komplexitásának köszönhetően a rendszerelemek beszerzése mentén értelmezett kitettség alacsonynak mondható. Alapvetően a következő kritikus pontokat emelnénk ki a megoldás kapcsán mint kockázat:

- Dinamikusan változó technológiai környezet
- Kormányzati ösztönzők:
- Szakpolitika és szabályozás
- Politikai instabilitás

Hidrogéntárolás

Új típusú hidrogéntárolási megoldások fejlesztése/gyártása



3. Pirolizáló gyártás



Biomassza és/vagy lakossági szilárdhulladék alapú hidrogénelőállításra képes technológiák fejlesztése és gyártása

Rövid leírás

A biomassza, beleértve a mezőgazdasági és erdészeti maradványokat, valamint szilárd szerves hulladékokat, jelentős potenciállal rendelkezik a hidrogéntermelésben, amely Magyarországon jelenleg alulhasznált. A biomassza elgázosítása és pirolízise révén folyamatos hidrogéntermelés érhető el, amely gazdaságos és jobban igazodik a felhasználói igényekhez, mint az intermittens napenergia alapú elektrolízis. Az eljárás könnyebben integrálható a hazai kis- és középvállalkozások profiljába, és számos fejlesztési lehetőséget kínál, így hozzájárulhat a hulladékkezelés problémájának megoldásához és értékteremtéshez.

Piaci potenciál

A biomassza alapú hidrogéntermelés piaci potenciálja nehezen becsülhető, de az alapanyagok bősége Magyarországon kedvező üzleti alapot biztosít, mivel évente jelentős mennyiségű mezőgazdasági, állattenyésztési, élelmiszeripari és települési hulladék áll rendelkezésre. Az Európai Unió dekarbonizációs célszámai miatt Magyarországon akár 160 ezer tonna hidrogénre is lehet kereslet, amely kedvez a folyamatosan elérhető és versenyképes árú hidrogéntermelésnek. A pirolízis technológia fejlesztése során keletkező melléktermékek, mint a bioolaj és a bioszén, magas hozzáadott értékű iparágak számára is hasznosíthatók, valamint a karbon megkötésével karbon negatív hidrogén előállítása is lehetséges.

Hazai adottságok

A Fehér Könyv által 2021-ben végzett célzott ipari felmérés alapján az elektrolízis mellett a hidrogén alternatív előállítási technológiái iránt is jelentős az érdeklődés, alkalmaznák a hazai KKV szektor tagjai. A technológia előnye részben abban rejlik, hogy a már meglévő hazai ipari adottságok lehetővé teszik az egyedi és akár nagyobb méretű megoldások gyártást vagy rendszerintegrációt is. Elgázosítással és/vagy hidrogénelőállítási cellával elgázosítás/pirolízis alkalmazásának vizsgálatával a többek között a BME-n kívül a miskolci, veszprémi és pécsi egyetemen is folynak releváns kutatások.

Kitettségek/kockázatok:

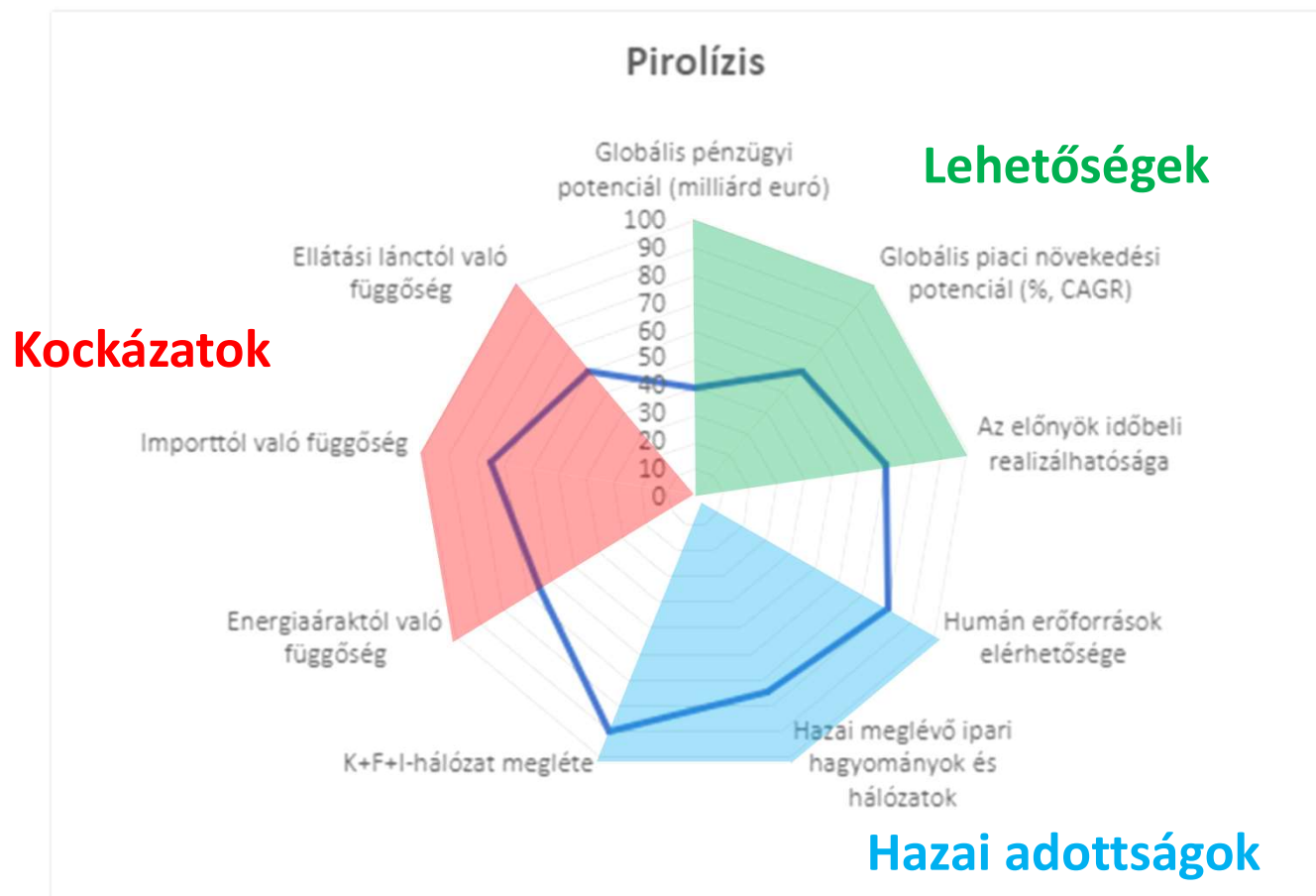
A rendszer viszonylag alacsony komplexitásának köszönhetően a rendszerelemek beszerzése mentén értelmezett kitettség alacsonynak mondható. Alapvetően a következő kritikus pontokat emelnénk ki a megoldás kapcsán, mint kockázat:

- Technológiai és működési kockázatok
- Gazdasági és pénzügyi kockázatok
- Környezeti és társadalmi kockázatok
- Ellátási lánc és erőforrás kockázatok
- Szakpolitikai és szabályozási kockázatok

Pirolizáló gyártás



Biomassza és/vagy lakossági szilárdhulladék alapú hidrogénelőállításra képes technológiák fejlesztése és gyártása



4. Hőenergia tárolók gyártása

Hőenergia tárolók gyártása



Rövid leírás

Az időjárásfüggő megújuló energiaforrások növekedése fokozta az energiatárolók iránti igényt, különös tekintettel a hőenergia-tárolásra, amely különböző technológiai megoldásokat kínál a változó hőmérsékleti tartományokban. A termikus energiatárolás (TES) kulcsfontosságú szerepet játszik a szén-dioxid-mentesítésben, és az ipari, vegyipari, valamint közüzemi szektorok egyre nagyobb figyelmet fordítanak rá, különösen az alacsonyabb üzemeltetési költségek miatt. Magyarország Nemzeti Energia és Klímatervében is kiemelt területként szerepel a hőtárolás, amely alacsonyabb beruházási igénnyel és kiegyenlítési költségekkel jár, mint a villamosenergia-tárolás, és hatékony fűtési/hűtési megoldásokat kínál.

Piaci potenciál

A Nemzetközi Megújulóenergia Ügynökség szerint a TES globális piaca 2030-ra megháromszorozódhat, ami azt jelenti, hogy az energiaellátásra szolgáló TES-alkalmazásokba történő beruházások várhatóan 13 és 28 milliárd USD közötti összeget érnek majd el. A TES szektor főbb szereplőinek nagyjából 60%-a az EMEA régióhoz köthető, és a versenytársak között szenzibilis és látens hőtárolási megoldásokat kínáló vállalatok, valamint termokémiai tárolást fejlesztő cégek is szerepelnek. A technológia terén az új szabadalmak száma folyamatosan növekszik, és a kockázati tőkebefektetések összege is ugrásszerűen emelkedik, előrejelzések szerint 2024-re közel 160 millió dollárra.

Hazai adottságok

Számos felsőoktatási intézményben zajlanak magas színvonalú releváns kutatások különböző hőtárolási megoldások vonatkozásában. Például a Természettudományi Kutatóközpontban nagy hőkapacitású fázisváltó hőtároló puffertartály valamint olajok és zsírok hidrogénezésével fázisváltó hőtároló anyagok előállítás és fejlesztése. A kis és közepesvállalatok esetében is vannak szereplők a témában (pl.: THERMOFOAM Csomagolástechnikai Kft, HeatVentors Hőenergiatároló Kft.) azonban egyelőre a hazai piaci jelenlét limitált.

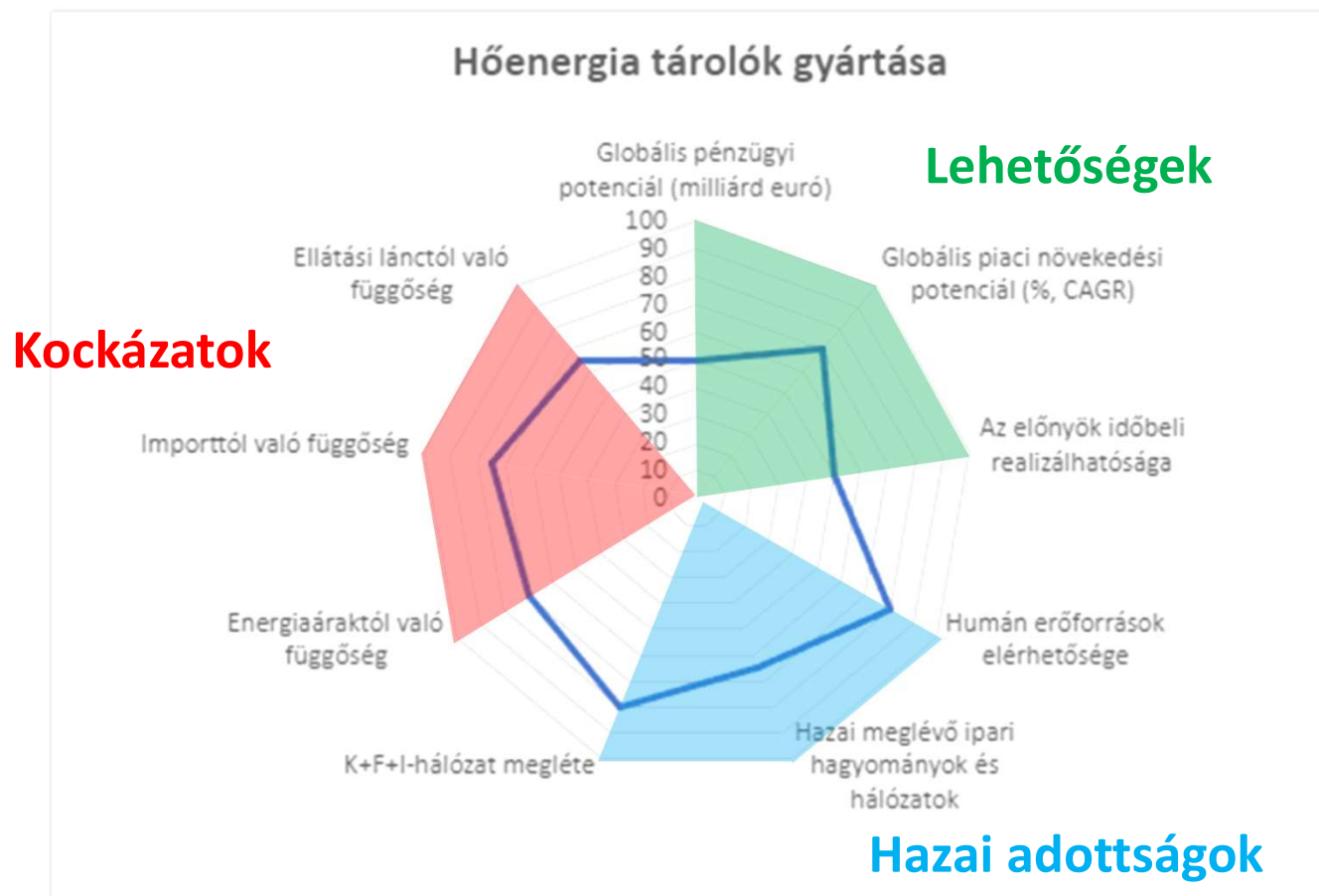
Kitettségek/kockázatok:

A rendszer viszonylag alacsony komplexitásának köszönhetően a rendszerelemek beszerzése mentén értelmezett kitettség alacsonynak mondható. Alapvetően a következő kritikus pontokat emelnénk ki a megoldás kapcsán, mint kockázat:

- Technológiai és működési kockázatok
- Környezeti és társadalmi kockázatok
- Szakpolitikai és szabályozási kockázatok

Hőenergia tárolók gyártása

Hőenergia tárolók gyártása



5. Hőszivattyúk

Levegő-levegő hőszivattyú berendezések gyártása



Rövid leírás

A hőszivattyúk különböző hőmérsékletű terek közötti hőátadásra használhatók, így hideg időben felmelegíthetik a lakóházakat, míg meleg időben hűthetik azokat. Az egyedi fűtési tervekben a hőszivattyúk terjedése kulcsfontosságú az energiafelhasználás csökkentésében és a klímacélok elérésében. Magyarországon és Európában is növekszik a hőszivattyúk elterjedése, bár a magas bekerülési költség, gyártási korlátok és a szakképzett munkaerő hiánya továbbra is kihívást jelenthetnek.

Piaci potenciál

Az Európában tapasztalható stabil hőszivattyú telepítési növekedés nemcsak az energia szuverenitásra, hanem a dekarbonizációs célokra és a levegőminőség javítására is pozitív hatással van, így számos kormányzat támogatja ezt a technológiát. Egyes piacok, mint például Lengyelország és Csehország, dinamikusan fejlődnek ezen a területen, míg északon, ahol már hosszú ideje elterjedt a hőszivattyúk használata, jóval nagyobb az értékesítési volumen. Európában több milliárd eurós befektetési összeg is érkezik a hőszivattyúk fejlesztésére és gyártására, ahol a piaci növekedés dinamikus, és a fűtési piac további bővülését prognosztizálják a következő évekre.

Hazai adottságok

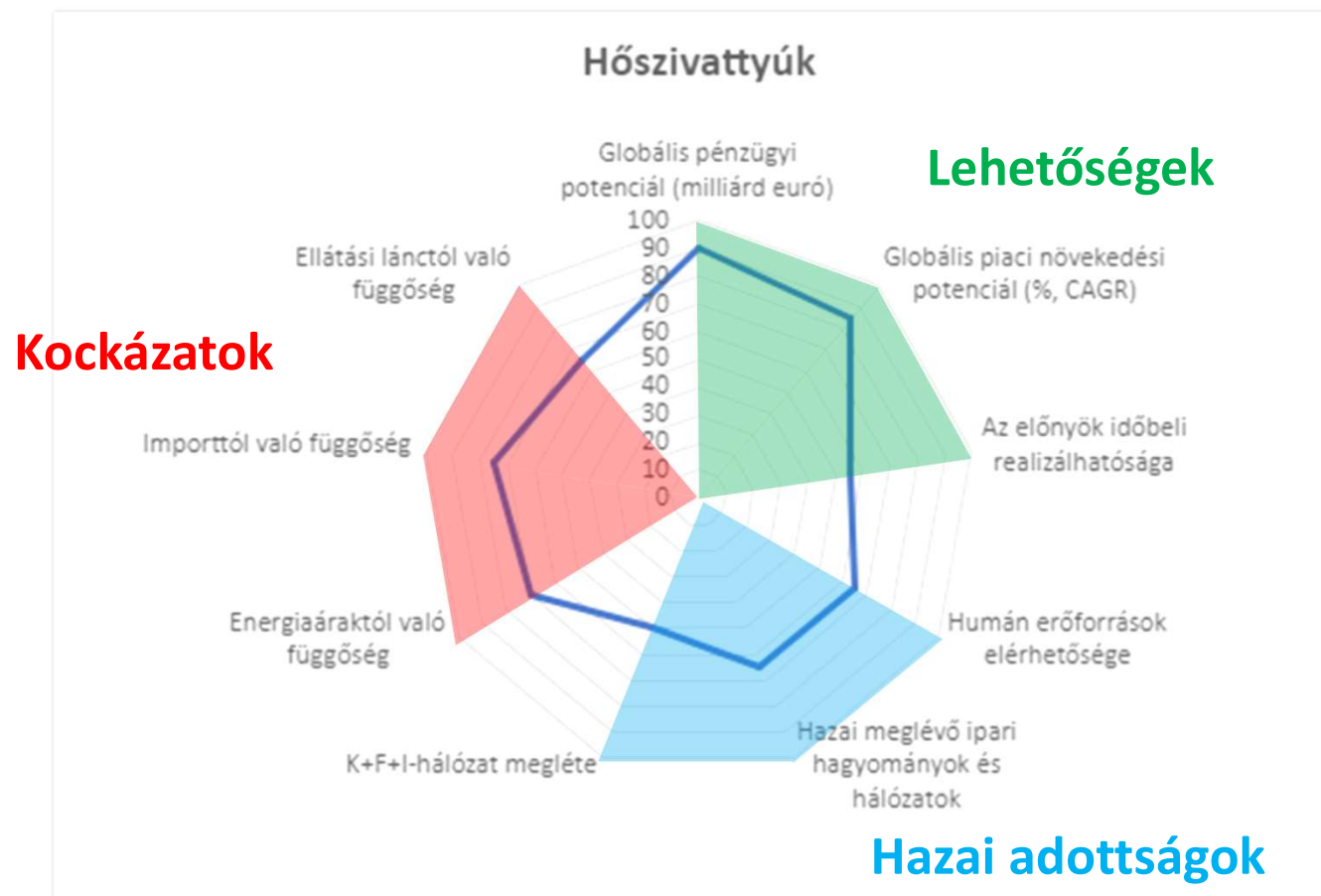
A hazai elérhető piac jelentős, a meglévő gyártási és fejlesztési potenciálnál bőven túlmutat. A technológia előnye részben abban rejlik, hogy komplexitását tekintve egyszerű, azaz semmilyen különösen specializált gépparkot nem igényel a gyártása, tehát a már meglévő hazai ipari adottságok lehetővé teszik az egyedi és akár nagyobb méretű megoldások gyártást vagy rendszerintegrációt is. Alapanyagok tekintetében a nemes-, ritkaföld- és egyéb kritikus fémeknek való kitettség nincsen. A gyártás és összeszerelés Magyarországon meglévő kompetenciákkal megvalósítható.

Kitettségek/kockázatok:

- A legfőbb kockázatok a levegő-levegő, vagy levegő-víz hőszivattyúk gyártásának beindításával szemben a jelentős méretű és viszonylag konszolidált kínálati piac.
- Amennyiben csak gyártói oldalon jelenik meg Magyarország és nem egy új termék fejlesztése előállítása az irány a tényleges hozzáadott érték is alacsonyabb lesz.
- A hozzáértő/szakképzett munkaerő hiánya
- Környezeti hatások

Hőszivattyúk

Levegő-levegő hőszivattyú berendezések gyártása



6. Akkumulátorok újrahasznosítása

Akkumulátorok felújítása



Rövid leírás

Az akkumulátor élettartama a ciklus- és naptári élettartam függvénye, és az életciklus végén három fő lehetőség van: az újrahasznosítás, a felújítás vagy a második életre való átalakítás. A hulladék akkumulátorok nagy környezeti terhet jelentenek, de értékes források lehetnek, ezért hatékony újrahasznosítási és újrafelhasználási technológiákra van szükség. Az újrahasznosítás és a felújítás közötti különbség az, hogy míg az újrahasznosított akkumulátorok energiasűrűsége alacsonyabb, a felújítottak lehetőséget biztosítanak az akkumulátorrendszer specifikációinak testreszabására.

Piaci potenciál

Elemzők szerint az elektromobilitásból származó használt akkumulátorcellák összteljesítménye hatalmas növekedésen fog átesni, 2030-ra 30-40 GWh-tól 2040-re akár 850 GWh-ra is emelkedhet. A Nemzeti Akkumulátor Iparági Stratégia 2030-ban kiemelt figyelmet fordít az újrahasznosítási lehetőségek megteremtésére és az iparfejlesztésre, különösen az akkumulátor-analitikai technológiák fejlesztésére és az újrahasznosítási lehetőségek feltérképezésére. A hazai piaci potenciált tovább erősíti a Nemzeti Energia és Klímaterv, amely a hálózatra kapcsolt akkumulátoros energiatárolók támogatásával számol a hálózati szolgáltatások piacának bővítése érdekében.

Hazai adottságok

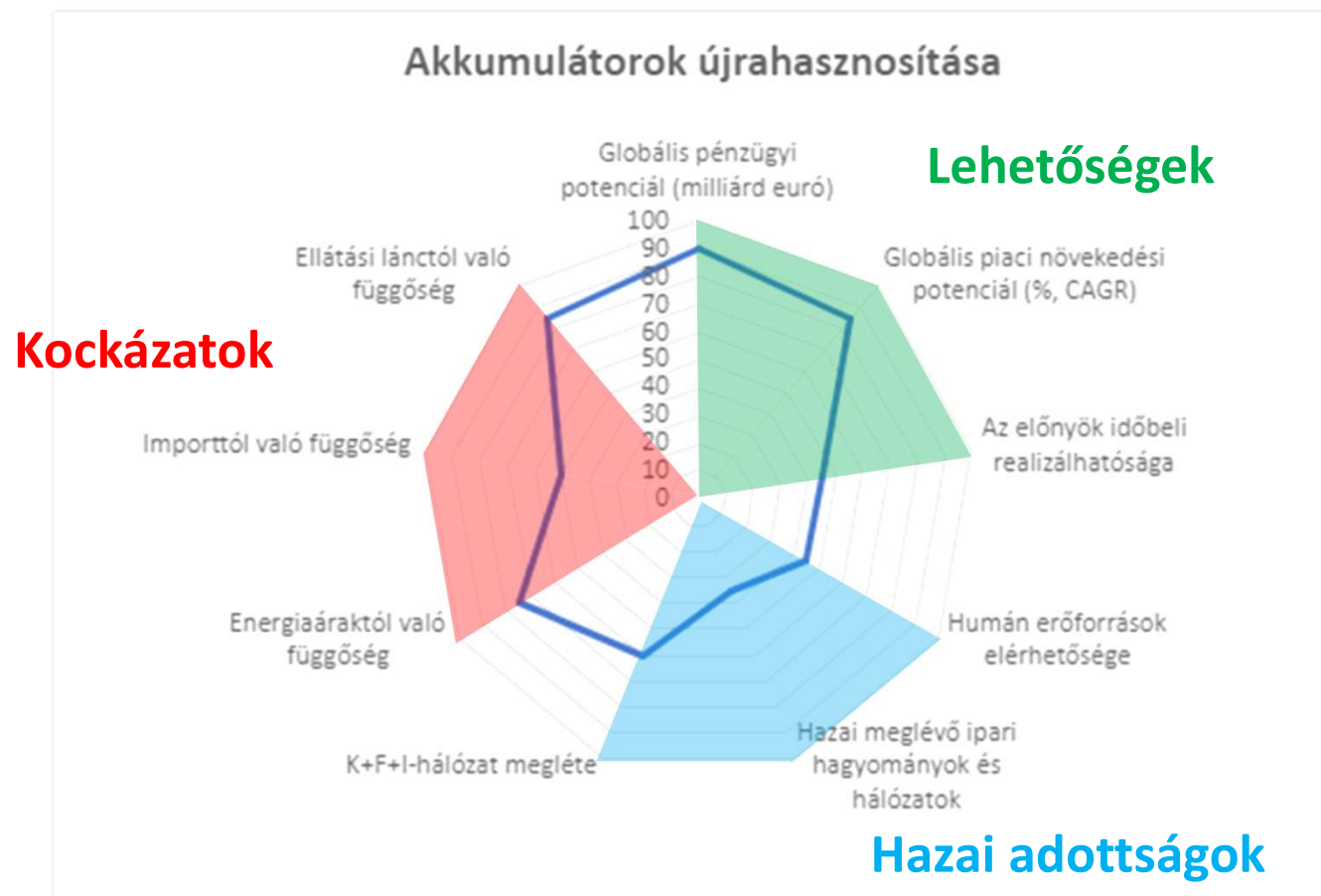
A Nemzeti Akkumulátor Iparági Stratégia 2030 alapján Magyarország számos előnnyel rendelkezik az akkumulátoriparban, beleértve a politikai támogatást, a megújuló energiák iránti növekvő keresletet, az erős ipari bázist és a képzett munkaerőt. Azonban a reziliens és magas hozzáadott értéket kínáló hazai akkumulátor értéklánc kiépítéséhez további jelentős beruházásokra van szükség, különösen az újrahasznosítás terén. A stratégia hangsúlyozza az energiatároló alkalmazások növekvő igényét, az ipari és akadémiai kapcsolatok erősítését, valamint a nemzetközi piacok elérésének lehetőségeit.

Kitettségek/kockázatok:

- Technológiai és működési kockázatok
- Környezeti és társadalmi kockázatok
- Szakpolitikai és szabályozási kockázatok

Akkumulátorok újrahasznosítása

Akkumulátorok felújítása



7. Kriogén biogáz upgrade

Cseppfolyósítás alapú biogáz upgrade megoldások gyártásának meghonosítása



Rövid leírás

A biomassza megújuló, szerves anyag alapú erőforrás, amelyből biogáz és biometán állítható elő, bár ezek felhasználása Magyarországon jelenleg alulreprezentált. A biometán, amely a földgáz teljes értékű alternatívája lehet, jelentős szerepet játszhat a földgázimport csökkentésében és az energiafüggetlenség növelésében. A kriogén biogáz-feldolgozási technológia lehetőséget kínál a biogázból származó szén-dioxid leválasztására, tiszta biometánt és értékes folyékony biogén CO₂-t eredményezve.

Piaci potenciál

Európa jelenleg 21 milliárd köbméter biogázt és biometánt termel, ami a becslések szerint 2030-ra megduplázódhat, és 2050-re elérheti a 167 milliárd köbmétert, így az EU 2021-es gázfogyasztásának akár 40%-át is fedezheti. A biometán és a bio-LNG növekedése munkahelyteremtéssel is jár, 2030-ra 465 000, 2050-re pedig több mint 1,7 millió munkahelyet teremtvén. Magyarország célja, hogy 2030-ra a megújuló energiaforrások arányát 29%-ra növelje, és az első és második generációs bioüzemanyagok arányát jelentősen emelje a közlekedésben.

Hazai adottságok

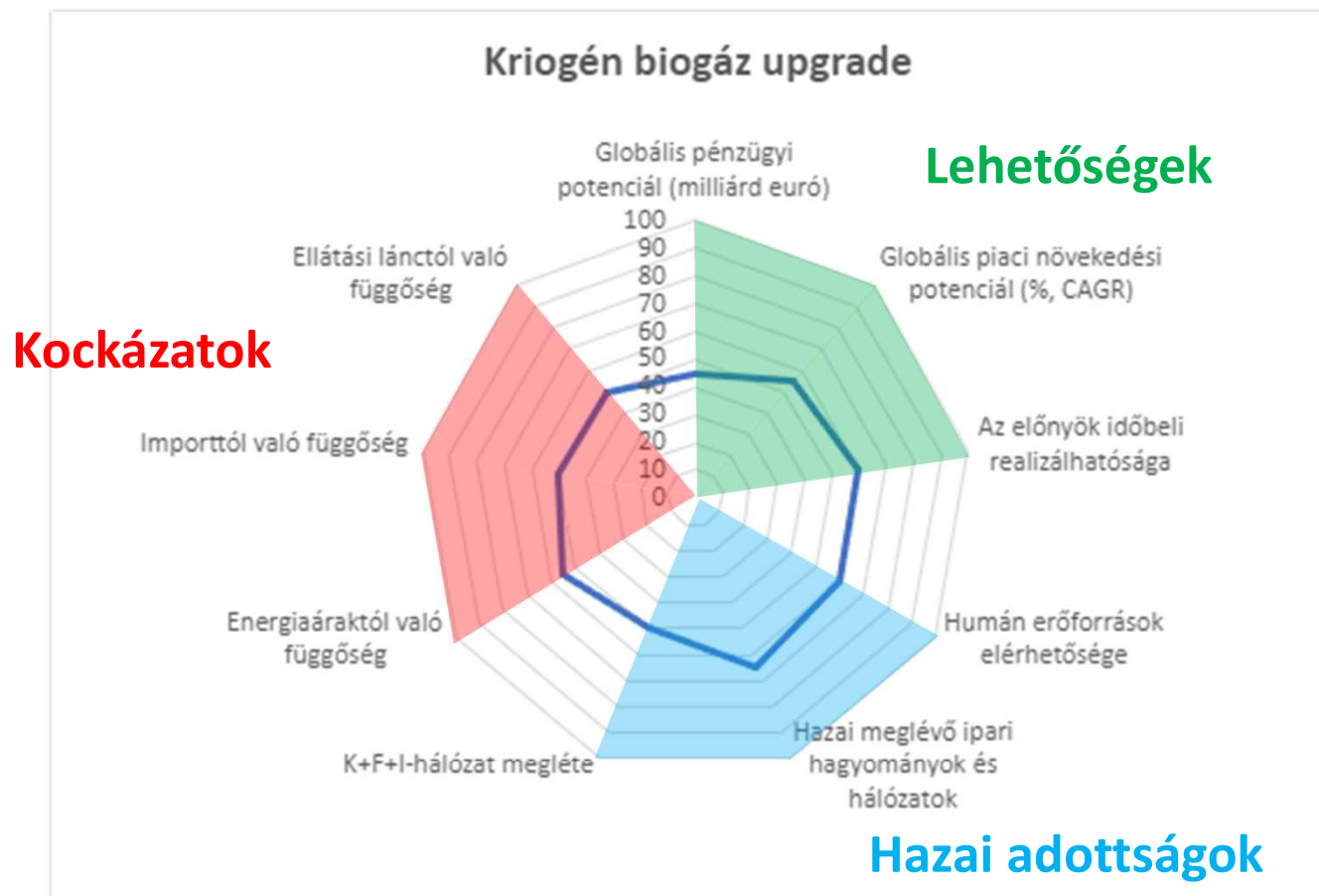
A Nemzetközi Energiaügynökség World Energy Outlook 2023 jelentése szerint Magyarország kiváló adottságokkal rendelkezik a biometán-termelés terén, területének nagy részén a potenciál eléri vagy meghaladja a 2,5-3 millió köbmétert 100 négyzetkilométerenként. A jelentés szerint 2030-ig 1 milliárd köbméterre, 2050-ig pedig több mint 3 milliárd köbméterre növelhető a hazai biometán-termelés és -felhasználás, ami az EU-n belül a 8-9. helyre helyezné az országot. A technológia előnye, hogy egyszerű gyártási folyamatokat igényel, így a meglévő hazai ipari adottságok lehetővé teszik a nagyobb méretű megoldások gyártását és rendszerintegrációját.

Kitettségek/kockázatok:

- Az alapanyagok elérhetősége és fenntarthatósága:
- Technológia átvétele és költségei:
- Politika és szabályozás:
- Piaci verseny:
- Környezetvédelmi megfontolások:

Kriogén biogáz upgrade

Cseppfolyósítás alapú biogáz upgrade megoldások gyártásának meghonosítása



8. Hidrogén cseppfolyósító gyártás

Hidrogén cseppfolyósító készülékek gyártásának meghonosítása



Rövid leírás

A hidrogén cseppfolyósításához a hidrogéngázt 20 K (-253 °C) hőmérsékletre hűtik és speciális szigetelt tartályokban tárolják. A kis kapacitású üzemekben héliumkör biztosítja a hűtést, míg a nagyobb kapacitású üzemekben hidrogén-Cloud-folyamatot alkalmaznak, amely több komponenst is igénybe vesz, például dugattyús kompresszorokat és TED tágulási turbinákat. A rendszer további elemei közé tartozik a hidrogéntisztítás, nyersgáz-kompresszorok, tárolótartályok és töltőállomások.

Hazai adottságok

A technológia előnye részben abban rejlik, hogy komplexitását tekintve egyszerű, azaz semmilyen különösen specializált gépparkot nem igényel a gyártása, tehát a már meglévő hazai ipari adottságok lehetővé teszik az egyedi és akár nagyobb méretű megoldások gyártást vagy rendszerintegrációt is.

Piaci potenciál

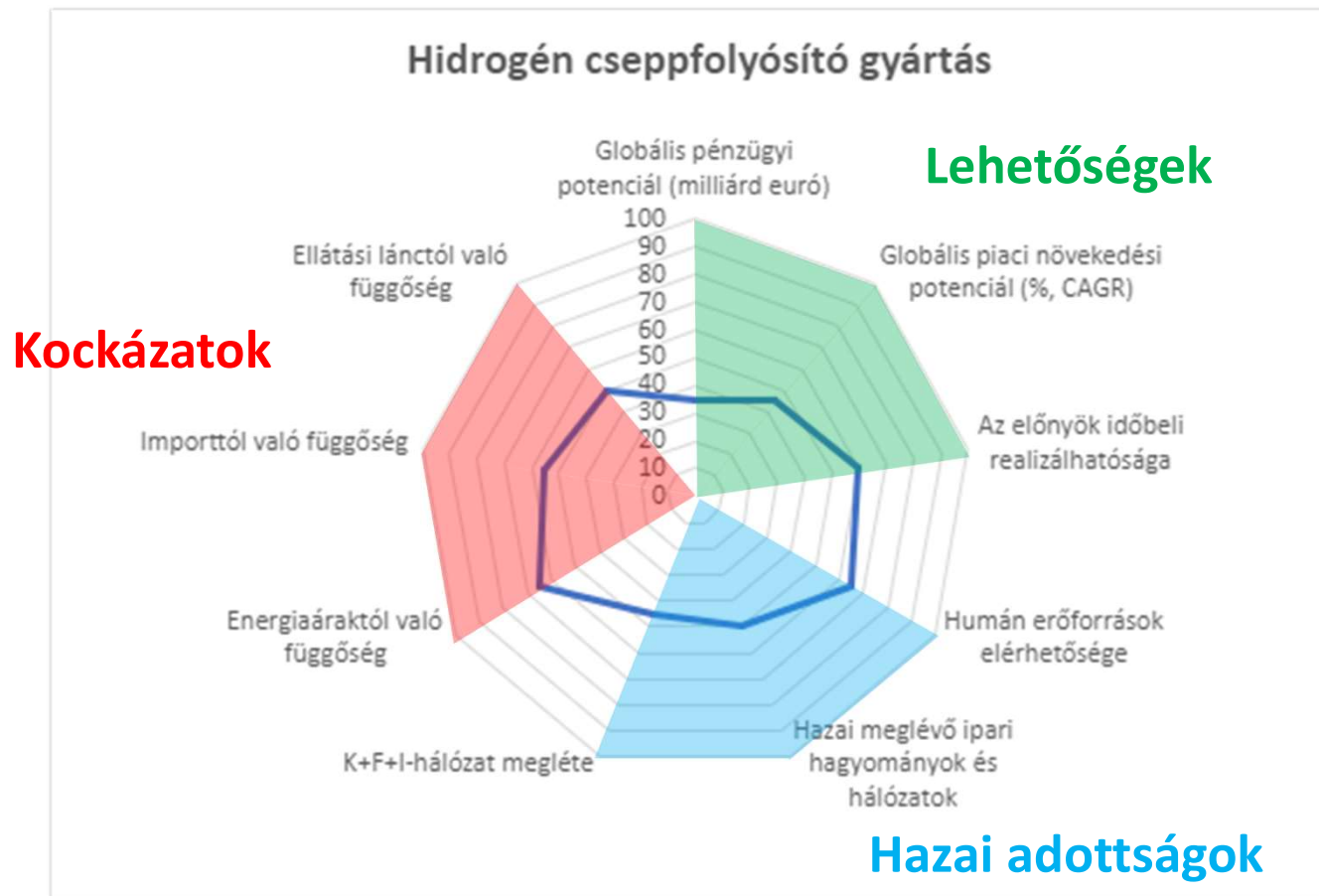
A Nemzetközi Energiaügynökség 2023-as Global Hydrogen Review tanulmánya szerint 2030-ra 16 millió tonna, 2040-re pedig 25 millió tonna hidrogén exportálható világszerte. Az exportorientált projektek 2030-ra az összes bejelentett projektből származó alacsony kibocsátású hidrogéntermelés több mint 40%-át teszik ki, ami jelentős növekedést mutat a tavalyi adatokhoz képest. A hidrogén nemzetközi kereskedelméhez különböző technológiai lehetőségeket alkalmaznak, például **cseppfolyósított** formában történő szállítást és LOHC technológiát, melyek már bizonyították életképességüket.

Kitettségek/kockázatok:

- Ellátási lánc kockázatok: hidrogéngáz-függőség, a cseppfolyósító berendezések és szakértelem:
- Keresleti kockázat: lórlátozott jelenlegi kereslet a cseppfolyósított hidrogén iránt, szállítási és felhasználási infrastruktúra
- További megfontolások: környezeti hatás:

Hidrogén cseppfolyósító gyártás

Hidrogén cseppfolyósító készülékek gyártásának meghonosítása



9. Hálózati infrastruktúra elemek – FACTS



Hálózati infrastruktúra elemek – FACTS gyártása

Rövid leírás

A rugalmas váltakozó áramú átviteli rendszer (FACTS) egy teljesítmény-elektronikai alapú eszközcsalád, amelyet váltakozó áramú (AC) átviteli rendszeren való használatra terveztek az energiaáramlás javítására és szabályozására, valamint a feszültség viszonyok támogatására.

Piaci potenciál

A globális FACTS eszközök piacának mérete 2020-ban 1350,5 millió USD volt, és az előrejelzések szerint a piac 2032-re eléri a 2688,49 millió USD-t, ami az előrejelzési időszakban 5,9%-os CAGR-t mutat.

Hazai adottságok

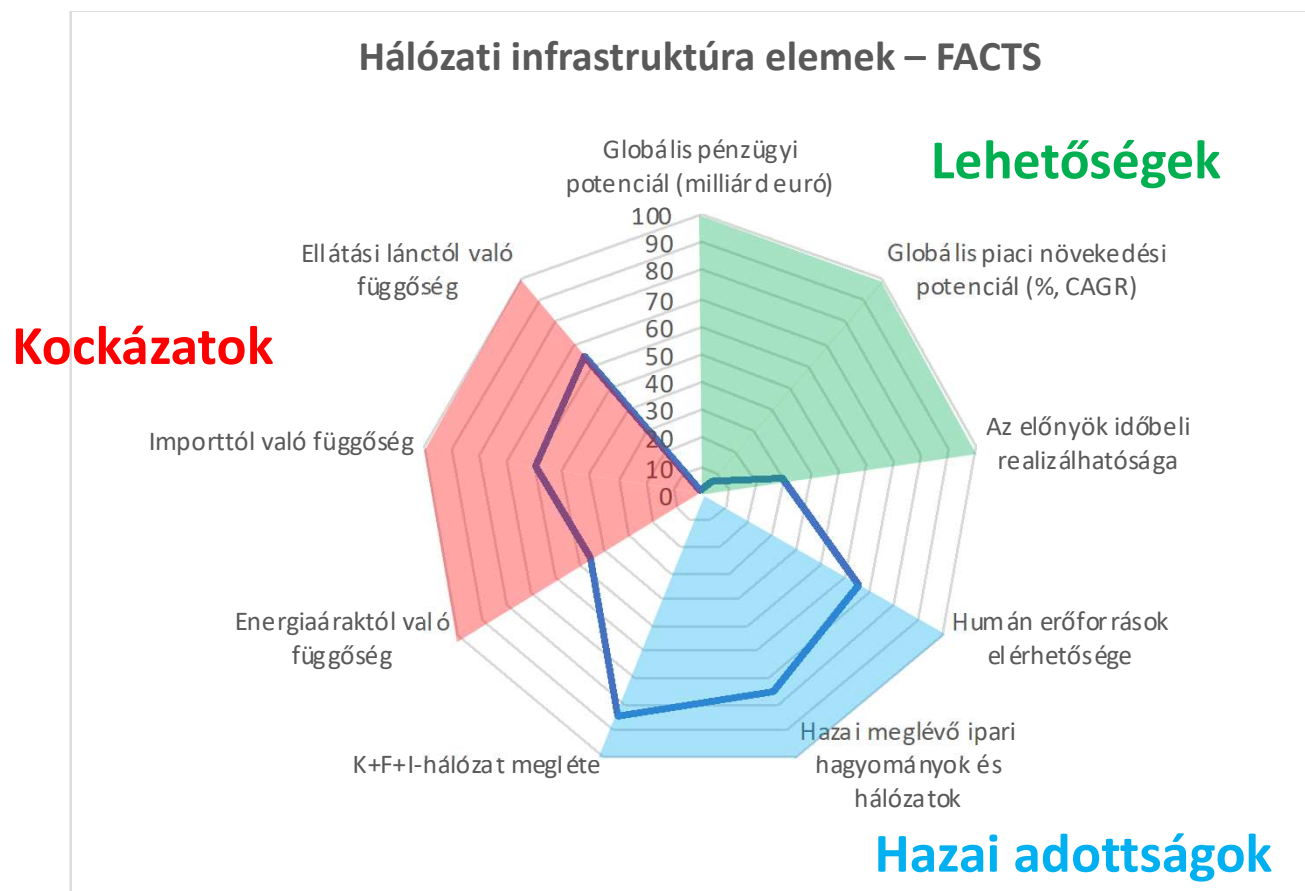
A hálózatfejlesztés tervezése során a MAVIR folyamatosan figyelemmel kíséri és vizsgálja azon innovatív eszközök magyarországi alkalmazhatóságát, amelyek az üzembiztos villamosenergia-ellátást segítik a változó energetikai és piaci körülmények között. Jelenleg a számítások során egyedül a feszültség szint növelését (Voltage Uprating) veszi figyelembe, mely technológia lehetővé teszi az átviteli kapacitás jelentős növekedését a meglévő átviteli vonalakon. A DSOk a távvezetési kapacitásnövelést fázisvezető sodronyok cseréjével érik el, amelyek a jelenleginél magasabb hőmérsékleten tudnak üzemelni anélkül, hogy a belógásuk megnövekedne.

Kitéttiségek/kockázatok:

- A rugalmas váltakozó áramú átviteli rendszerek (FACTS) hazai gyártása számos kockázattal jár, amelyek kezelése és minimalizálása kulcsfontosságú a sikeres piaci szereplés érdekében. A kormányzati támogatások, a szabályozási keretek stabilitása, a technológiai innováció és a versenyképes árak fenntartása mind hozzájárulhatnak a gyártás hosszú távú sikeréhez és fenntarthatóságához.

Hálózati infrastruktúra elemek – FACTS

Hálózati infrastruktúra elemek – FACTS gyártása



10. Demand response megoldások, okos mérők



Okos villamos fogyasztásmérők gyártása

Rövid leírás

Az intelligens mérők olyan elektronikus eszközök, amelyek órás felbontásban vagy még sűrűbben rögzítik az áramfogyasztást, és legalább naponta kiolvassák a mérési adatokat az elosztói engedélyesek. Az intelligens fogyasztásmérők kétirányú kommunikációra képesek, időalapú árképzési információkat küldhetnek az otthoni energiamenedzsment rendszereknek vagy a keresletoldali befolyásolást vezérlő eszközöknek.

Hazai adottságok

A NES és NEKT kijelölt cél elérése érdekében 2023. májusában megjelent a Széchenyi Terv Plusz keretében a „Okosmérés elterjesztése” című (RRF – 6.3.1-23 kódszámú) felhívás. A támogatásból megvalósuló beruházások eredményeként mintegy 6-700.000 mérő kerül telepítésre.

Piaci potenciál

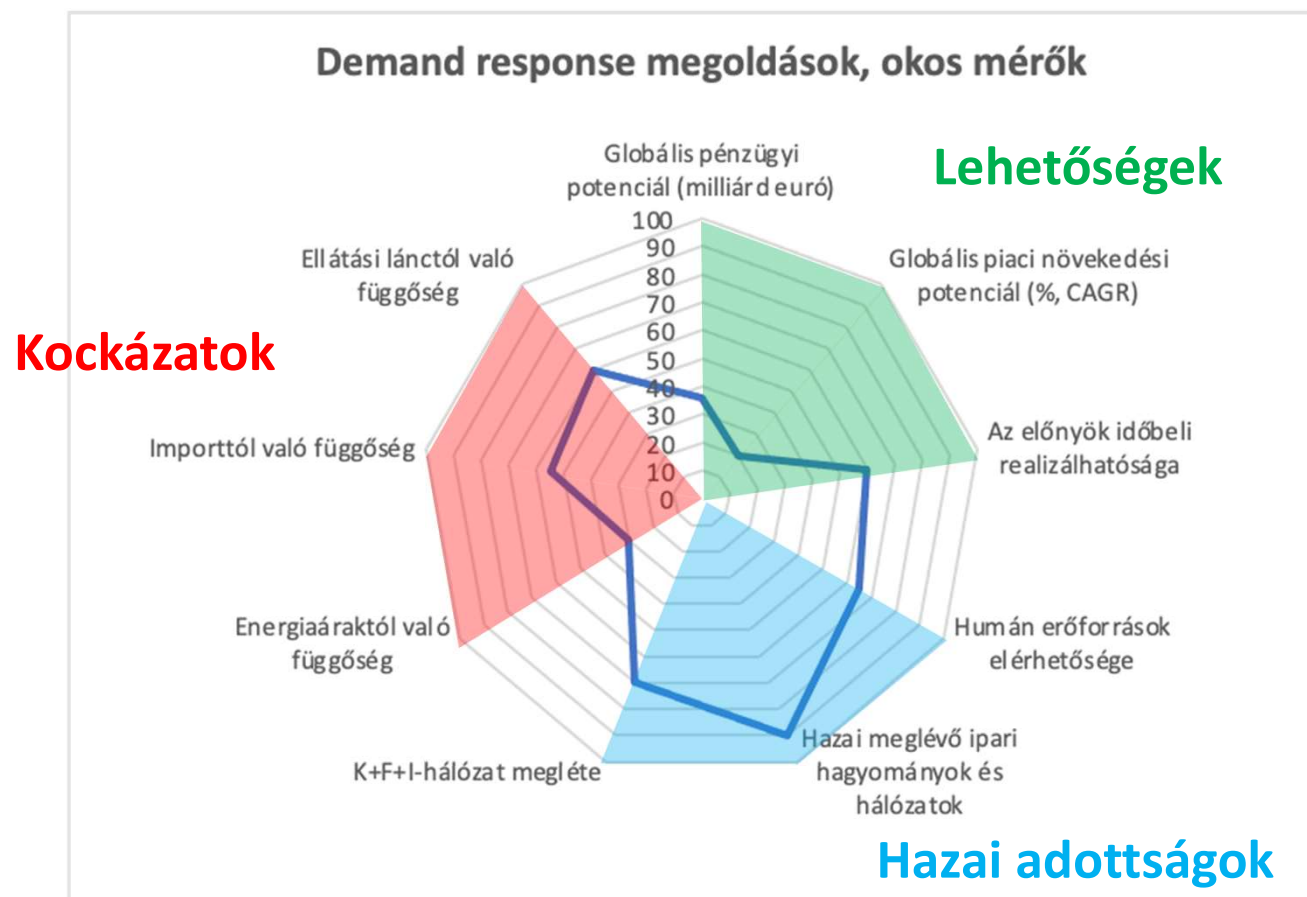
2020-ban a fejlett mérési infrastruktúrák piacát 19,4 milliárd dollárra értékelték, míg az előrejelzések szerint 2028-ra világszerte eléri a 36,3 milliárd dollárt (MENAFN, 2022). A hazai Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig című és Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve című kiadványok 1 millió okos mérő telepítését jelölik meg célként 2030-ig a villamos energia szektorban, ami a 2018-ban meglévő mérőberendezések számának 13%-át jelentené.

Kitettségek/kockázatok:

- Az okos mérők gyártása jelentős kezdeti beruházásokat igényel a gyártási létesítmények, technológia és szakértelem tekintetében.
- Az okos mérők gyártásához szükséges alkatrészek és komponensek beszerzése függ a globális beszállítói láncoktól. Az ellátási láncok megszakadása, késések vagy árváltozások kockázatot jelentenek a gyártás folyamatosságára és költségeire.

Demand response megoldások, okos mérők

Okos villamos fogyasztásmérők gyártása



11. Elektromos autó töltők

Elektromos autó töltési infrastruktúra



Rövid leírás

A globális töltési infrastruktúra piaca várhatóan gyorsan fog növekedni a következő évben. Csak 2022-ben az elektromos töltőállomások piacát 7,9 milliárd dollárra értékelték az Apollo Research Reports által végzett piackutatás alapján. Ez a szám az előrejelzések szerint 2032-re 32,2 milliárd USD-re nő, stabil 15,1%-os éves növekedési ütem mellett. Egy másik, a Research and Markets új jelentése szerint az elektromos járművek töltési infrastruktúrájának globális piaca 2030-ra eléri a megdöbbentő 125,39 milliárd dollárt, ami 2024 és 2030 között 25,4% -os CAGR-növekedést jelent.

Piaci potenciál

A telepített nyilvános töltőpontok globális száma 2023-ban 40%-kal nőtt 2022-höz képest, és a gyorstöltők növekedése meghaladta a lassú töltőkét.

Az IEA Global EV Outlook 2024 jelentés szerint STEPS és APS forgatókönyvek esetében a nyilvános töltőpontok globális száma 2030-ra meghaladja a 15 milliót, ami négyszerese a 2023-ban működő közel 4 milliónak. 2035-re ez a szám eléri a közel 25 milliót az APS-ben, ami hatszoros növekedést jelent 2023-hoz képest.

Hazai adottságok

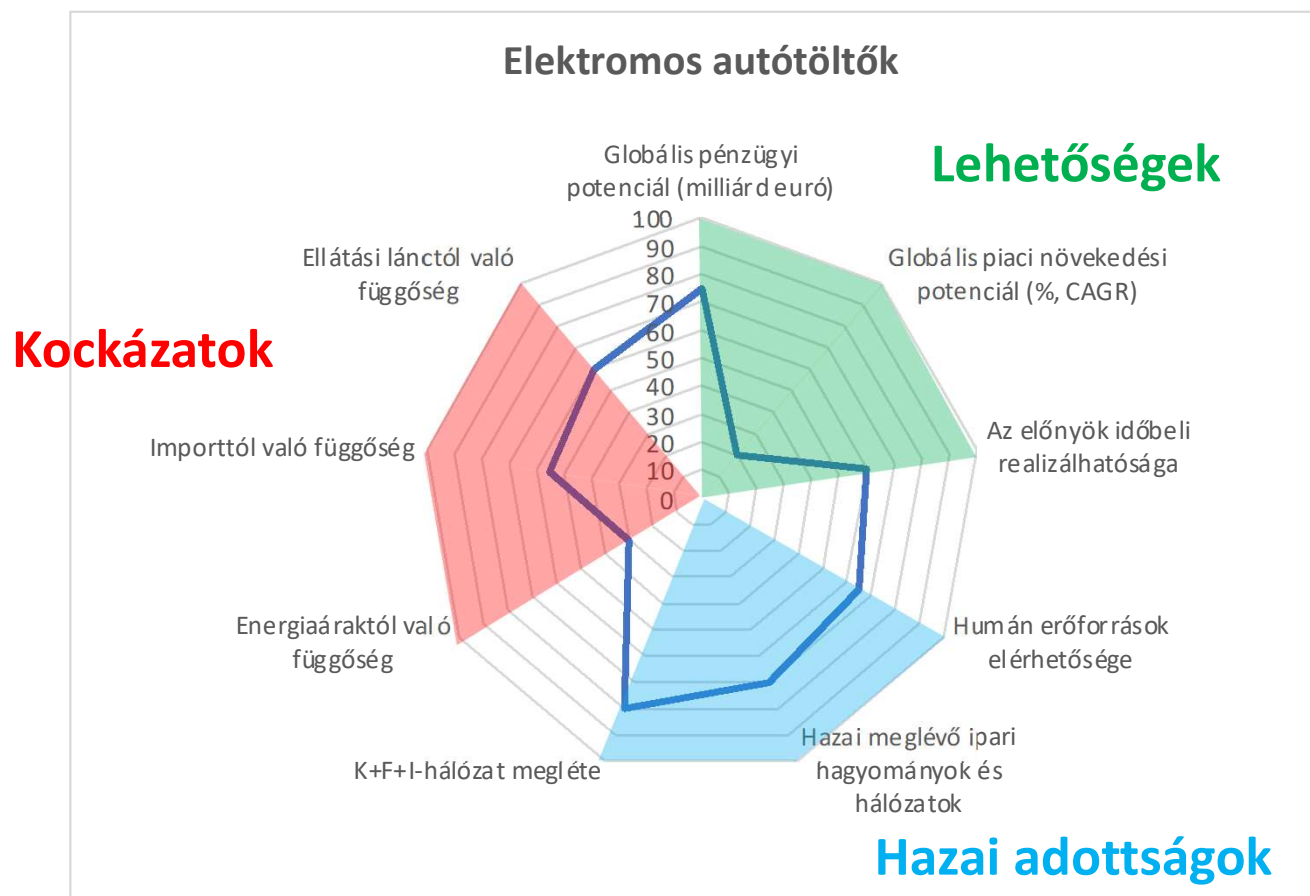
Magyarországon az elektromos autók elterjedését a Jedlik Ányos Terv 2015-ös elfogadása gyorsította fel. A jogszabályi intézkedéseknek és a támogatásoknak köszönhetően mind a járműállomány, mind a töltőpontok száma dinamikusan bővült. A Hazai Elektromobilitási Stratégia új célszámai alapján 2030-ra 450 ezer elektromos jármű közlekedhet a hazai utakon, amelyek kényelmes használatát országszerte 45 ezer elektromos töltő segítheti.

Kitettségek/kockázatok:

- Az elektromos autó töltési infrastruktúra hazai gyártása számos kockázattal jár, amelyek kezelése és minimalizálása kulcsfontosságú a sikeres piaci szereplés érdekében. A kormányzati támogatások, a szabályozási keretek stabilitása, a technológiai innováció és a versenyképes árak fenntartása mind hozzájárulhatnak a gyártás hosszú távú sikeréhez és fenntarthatóságához.

Elektromos autó töltők

Elektromos autó töltési infrastruktúra



Az elemzés háttere és módszertana

A meghatározó stratégiai dokumentumok által kijelölt irányok

A vizsgált technológiák elemzésének eredményei

Javaslatok

- **Piaci lehetőségek alapján:** hőszivattyúk, hőenergia tárolás, pirolizálók, akkumulátor újrahasznosítás
- **Hazai adottságok alapján:** hőszivattyúk, hőenergia tárolás, pirolizálók, elektromos autó töltők, DR megoldások, FACTS, kriogén biogáz update, hidrogén tárolás
- **Kiemelten magas kockázatok:** hőszivattyúk, hőenergia tárolók, pirolizálók, akkumulátor újrahasznosítás, töltőállomások rendszerintegrációja
- A jelentős piaci lehetőségek tipikusan magas kockázattal is párosulnak
- **Kiemelt fejlesztési fókusz** ott javasolt, ahol a piaci lehetőségek és a hazai adottságok a legerősebbek: hőszivattyúk, hőenergia tárolás, pirolizálók
- **Másodlagos fókusz** nagy piaci lehetőség (jelentős hazai kompetencia fejlesztést igényel), illetve jelentős hazai kompetencia esetén: akkumulátor újrahasznosítás, DR megoldások, FACTS, kriogén biogáz update, hidrogén tárolás

Köszönöm a figyelmet!

zerocarbonhub.hu
kaderjak.peter@bme.hu



ZKK – TUDÁSKÖZPONT
A MAGYAR ZÖLDGAZDASÁG
FEJLESZTESEÉRT

