

A földgázszektor jövője és az alternatív gázok szerepe a magyar energiaszektorban

The future of the natural gas sector and the role of alternative gases in the Hungarian energy sector

Dr. *HERCZEG András*¹, *SZATHMÁRI Dominik*²;

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

e-mail: ¹herczeg.andras@mvm.hu, ²szathmari.dominik@mvm.hu

Abstract

The future of the natural gas sector in Hungary is facing significant transformation as supply security, sustainability, and climate goals pose new challenges for the industry. Alternative gases, such as biomethane and hydrogen, are expected to play a gradually increasing role in the domestic energy mix, reducing import dependency and carbon emissions. The targeted development of natural gas infrastructure and the shaping of the regulatory environment are crucial for the success of the green transition, making the upcoming energy policy developments a key factor in determining the pace of alternative gas adoption.

Keywords: alternative gases, energy transition

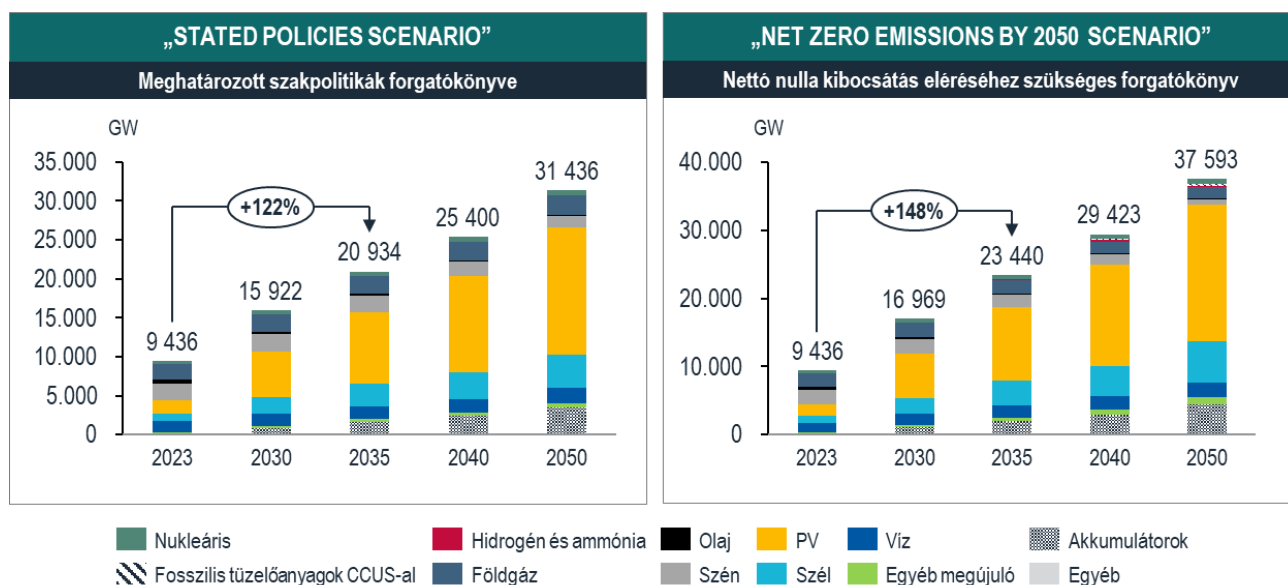
Kivonat

A földgázszektor jövője Magyarországon jelentős átalakulás előtt áll, mivel az ellátásbiztonság, a fenntarthatóság és a kitűzött klímacélok új kihívások elé állítják az ágazatot. Az alternatív gázok, például a biometán és a hidrogén fokozatosan növekvő szerepet kaphatnak a hazai energiamixben, csökkentve az importfüggőséget és a szén-dioxid-kibocsátást. A földgáz-infrastruktúra célzott fejlesztése és a szabályozási környezet alakítása kulcsfontosságú a zöld átállás sikeréhez, így a következő évek energiapolitikai fejleményei alapvetően fogják meghatározni az alternatív gázok elterjedésének ütemét.

Kulcsszavak: alternatív gázok, energiaátmenet

BEVEZETÉS

A globális energiafelhasználás növekedésével párhuzamosan a földgáz továbbra is meghatározó szerepet tölt be az energiamixben. A jelenlegi turbulens geopolitikai és gazdasági környezetben is konszenzus övezi - az iparág által kiemelt figyelt intézetek előrejelzései alapján [2], [6] -, hogy a földgáz szerepe közép- és hosszú távon is fennmarad a globális energiamixben (1. ábra). A nemzetközi előrejelzések szerint a primerenergia-felhasználás tekintetében a földgáz szerepe növekedni fog, illetve a villamosenergia-termelésben betöltött szerepe – még egy gyors ütemű zöld átállás esetén is – a következő évtizedben is jelentős marad. Ennek oka, hogy a kőolaj és a szén helyett a földgáz veszi át a vezető szerepet a fosszilis iparban, mivel egyre nagyobb szükség lesz rá a villamosenergia-kiegyenlítésben, illetve az ipari felhasználási területeken (ld. vegyipar).

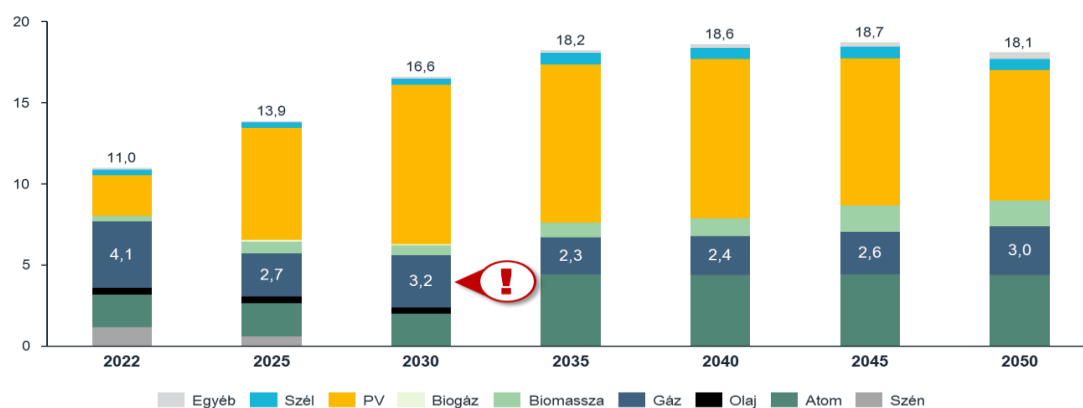


1. ábra. IEA WEO-kiadvány meghatározott szakpolitikák és nettó nulla kibocsátás eléréséhez szükséges forgatókönyvek globális beépítettkapacitás-felfutásai, Forrás: saját szerkesztés [6] alapján

Magyarországon a földgázfogyasztás és az energiaszektor átalakulása szoros összefüggésben van az energiaellátás diverzifikációjával és a megújuló energiaforrások térnyerésével. Ugyanakkor a földgázalapú technológiák továbbra is kulcsszerepet tölthetnek be az energiarendszer stabilitásában és az ipari felhasználásban. Egyúttal a földgáz szerepét erősíti, hogy átmeneti tüzelőanyagként szolgál Magyarországon is a szénkivezetési kezdeményezések támogatására (kiemelten a Mátrai Erőmű szenes blokkjainak kiváltása tekintetében [13]), és rugalmasságot biztosít az időszakos megújuló energiatermelés egyensúlyához [4].

A földgáz több szempontból is kiemelt szerepet játszik az energetikai iparban:

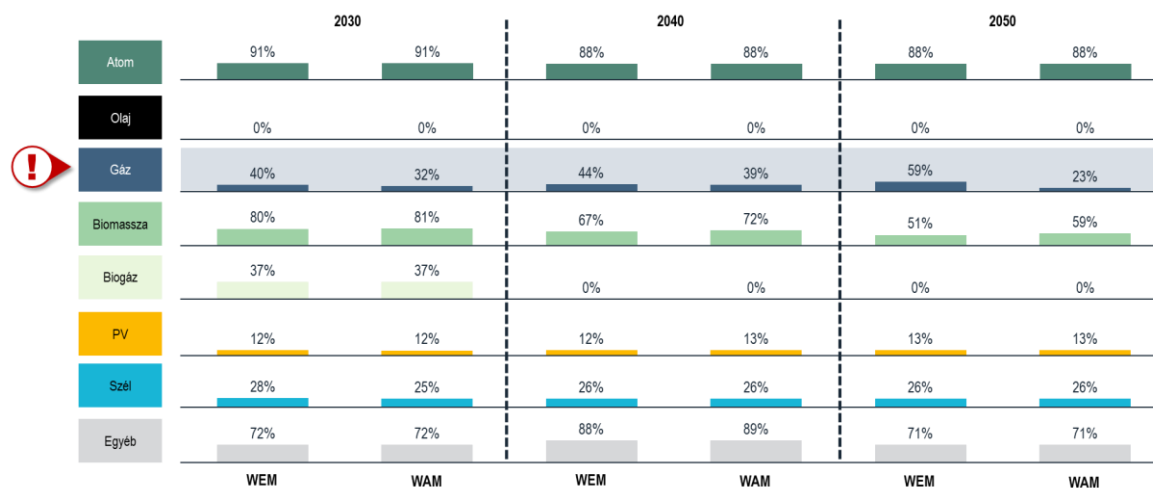
- **Villamosenergia-termelés:** a földgázt széles körben használják a gázturbinás és kombinált ciklusú erőművekben, mivel gyorsan képesek reagálni a változó energiaigényre és alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátással bírnak, mint a szénalapú villamosenergia-termelés. Magyarországon ezek közé az erőművek közé tartoznak a következő nagyerőművek: az Ajkai Gázturbinás Erőmű, a Budapesti Erőműhöz tartozó egységek, a Csepeli Erőmű, a Dunamenti Erőmű, a Gönyüi Kombinált Ciklusú Erőmű, a Mátrai Erőmű kisebb földgáztüzelésű blokkjai [9].



2. ábra. A hazai nettó beépített kapacitás várható alakulása 2035-ig a WEM forgatókönyv szerint (GW), Forrás: saját szerkesztés [14] alapján

A 2020-as évek második felében további új földgázos blokkok belépése is tervezett (Mátra, Tisza I-II) [12], amely részben a kieső öregedő földgáztüzelésű blokkokat is pótolni tudja (2. ábra)

- **Átmeneti energiahordozó:** A megújuló energiaforrások ingadozó termelését kiegyensúlyozhatja, amíg a tárolási technológiák nem válnak széles körben elérhetővé. Ez kihasználtságukra is jelentős hatással lesz (3. ábra).



3. ábra. Hazai erőművi kapacitások kihasználtsága 2030-2050 WEM és WAM forgatókönyv szerint (%), *Forrás: saját szerkesztés [14] alapján*

Az alternatív gázok jelentős szerepet játszhatnak a szezonális tárolás mellett a napon belüli rugalmasság biztosításában. Magyarországon ennek megalapozását célozza a kardoskúti Akvamarin projekt [10], amely egy 2,5 MW összeteljesítményű elektrolizáló rendszerrel állít elő hidrogént.

- **Fűtés és hűtés:** Lakossági és ipari fűtési rendszerekben egyaránt fontos szerepet játszik, valamint egyes távhőrendszerek is földgáz alapúak. A magyarországi távhőtermelésben fokozatosan csökken a földgáztüzelés aránya, azonban jelentős beruházások nélkül az energiahordozó szerepe domináns marad közép- és hosszú távon is. A távhőtermelők által felhasznált energiahordozók közül a földgáz aránya 2023-ban 69,7%-ot tett ki (2017-ben még 79,9%-ot). [8]
- **Ipari felhasználás:** Az iparban hő- és gőztermelésre használják, emellett számos vegyipari és műtrágya-előállítási folyamat alapanyaga. Az érintett nagyvállalatok az ipari termelési folyamatok karbonlábnomának csökkentését első lépésként a karbonszegény hidrogén felhasználásával, hosszabb távon karbonmentes hidrogén felhasználásra történő átállással tervezik megvalósítani. A szürke hidrogén kiváltása tekintetében a kőolajfeldolgozás, petrokémia és az ammóniagyártás a kiemelt területek.
- **Közlekedés:** A földgáz (sűrített földgáz: CNG, illetve cseppfolyósított földgáz: LNG formában) alternatív üzemanyagként alkalmazható közúti és vízi közlekedésben, csökkentve a károsanyag-kibocsátást. A teljes képhez hozzátartozik, hogy az elmúlt években a fenntartható mobilitási piacokon jelentős változások történtek, és az e-mobilitás előnybe került a multigázos megoldásokkal szemben, részben a földgázellátás biztonsági kockázatai miatt. Még a régió legfejlettebb piacának számító Csehországban is csökkenésnek indult a CNG felhasználása az elmúlt két évben. [5] Technológiai áttörés nélkül a zöld hidrogén alkalmazása a nehézgépjármű szegmensben egyelőre nem gazdaságos, így az akkumulátortechnológia jelenlegi fejlődési ütemét tekintve ebben a szegmensben is az elektrifikáció törhet előre az alternatív gázokkal szemben.

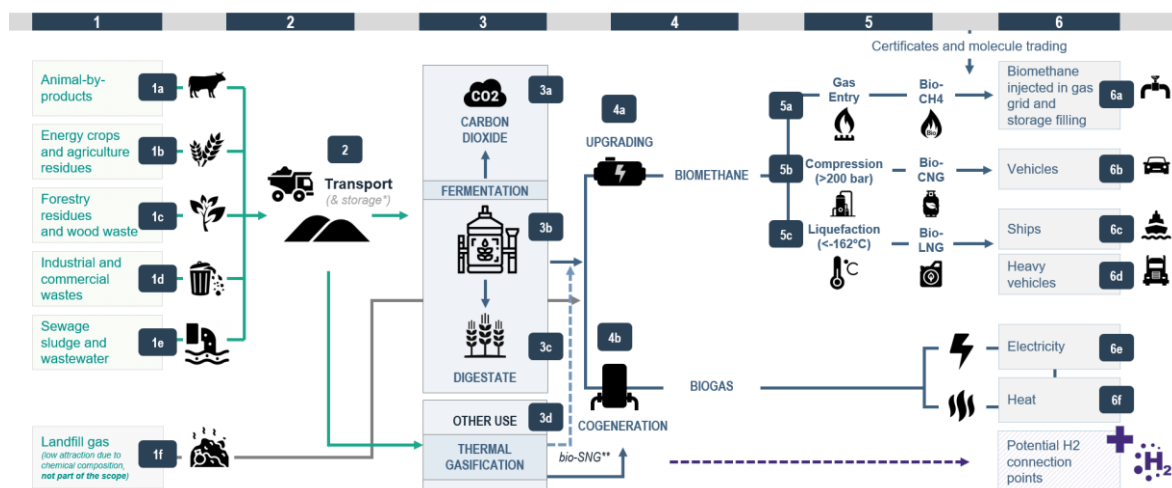
Végül érdemes megjegyezni, hogy a földgáz nemzetközi kereskedelmi szempontból az LNG infrastruktúra bővülésével globális termékké vált. Ennek ellenére mind nemzetgazdasági, mind vállalati szinten gazdasági (megfizethetőségi) és ellátásbiztonsági szempontból is kiemelt szerepet játszik az alternatív forrásokra épülő forrásdiverzifikáció, illetve az alternatív gázokban rejlő importfüggőség csökkentési lehetőségek.

BIOGÁZ ÉS BIOMETÁN SZEREPE A HAZAI ENERGIASZEKTORBAN

A biogáztermelés Magyarországon jelentős potenciállal rendelkezik a fosszilis földgázimport csökkentésében és az energiafüggetlenség növelésében [18]. A hazai biogáz-potenciál 2030-ra megközelítőleg év 85 millió m³ (mcm) kiváltására ad reális lehetőséget, amely földgázfogyasztásunk 1%-ának felel meg. 2040-re ez az érték

elérheti a 100 mcm-t is, azonban a biogáz-termelés felfuttatásával a fosszilis földgázimport akár 25%-a is kiváltható lenne. [14]

A biogáz megújuló energiaforrás, amely mikrobiális lebontás révén szerves hulladékokból – például állati hígtrágyából, növényi és vágóhídi melléktermékekből, szennyvíziszapból – oxigénmentes környezetben keletkezik. Fő összetevői a metán és a szén-dioxid, míg a tisztítási folyamat során előállított biometán földgáz-helyettesítőként hasznosítható. A fermentáció utáni maradványok a mezőgazdaságban trágyázásra és talajjavításra használhatók, csökkentve a műtrágyaigényt. A biogáz-termelés hazai fejlesztése hozzájárulhat a földgázimport mérsékléséhez és az energiabiztonság növeléséhez, azonban szabályozási és technológiai fejlesztések szükségesek a szektor bővítéséhez. [18]



4. ábra. Biogáz és biometán gyártás folyamatábrája; *Forrás: saját szerkesztés*

A biometán alapanyagok szerinti potenciál becsléshez négy fő kategóriát vettünk figyelembe: állattenyésztési melléktermékek, mezőgazdasági melléktermékek, települési szilárd hulladék és kommunális szennyvíz. Az állattenyésztési melléktermékek esetén (szarvasmarha, sertés, juh, kecske, ló, tyúk, lúd, kacska, pulyka) az éves trágyatermelést vizsgáltuk adott biogázhozamok mellett minimális és maximális értékkel, 50%-os és 85%-os metánkoncentrációt feltételezve pedig az éves biometán potenciált határoztuk meg. A mezőgazdasági melléktermékek esetén szintén hasonlóan jártunk el. A települési szilárd hulladék kapcsán beszélhetünk a legkisebb potenciálról annak ellenére, hogy az egész népesség átlagos szilárd hulladék mennyiségét vettük figyelembe. A kommunális szennyvíz esetén valamivel magasabb potenciálról beszélhetünk, ahol a lakosság 95%-os vezetékessé ívóvízzel való ellátottságát feltételeztük.

Ár	Alapanyag típus	Becsült belföldi volumen (millió t/év)	Min. biometán (millió m ³)	Max. biometán (millió m ³)
Min. Max.	Állattenyésztési melléktermékek	11	32	99
Min. Max.	Mezőgazdasági melléktermékek	20	225	1201
Min. Max.	Települési szilárd hulladék	3,5	14	18
Min. Max.	Kommunális szennyvíz	0,8	7,7	93
Teljes:			279	1411

5. ábra. Alapanyagok becslött minimális és maximális biogáz potenciáljuk; *Forrás: saját szerkesztés*

Mindez adott átlagos alapanyag költségek mellett becslésünk szerint 0,3-1,4 Mrd m³ (bcm) földgázkiváltást tesz maximálisan lehetővé országszinten.

HIDROGÉN INTEGRÁCIÓJA FÖLDGÁZRENDSZERBE

Magyarország jelentős lépéseket tesz a hidrogéntechnológia terén, melyek célja az energiafüggetlenség növelése és a fenntartható gazdaság megteremtése, hogy a hazai hidrogéntermelés éves mennyisége 2030-ra a tervek szerint megközelítse a 200 ezer tonnát, amelynek 42%-át akár zöld, azaz szén-dioxid-kibocsátás-mentes hidrogénnel lehet majd fedezni [3]. A hidrogénalapú gazdaság fejlesztésének részeként Magyarország 2030-ig két "hidrogénvölgy" kialakítását tervezi. Az egyik Dunaújváros és Pécs között, míg a másik Miskolc

térségében valósulna meg, ugyanis ezek a régiók a nehézipar jelenléte miatt ideálisak a hidrogén ipari felhasználásának tesztelésére és alkalmazására [15].

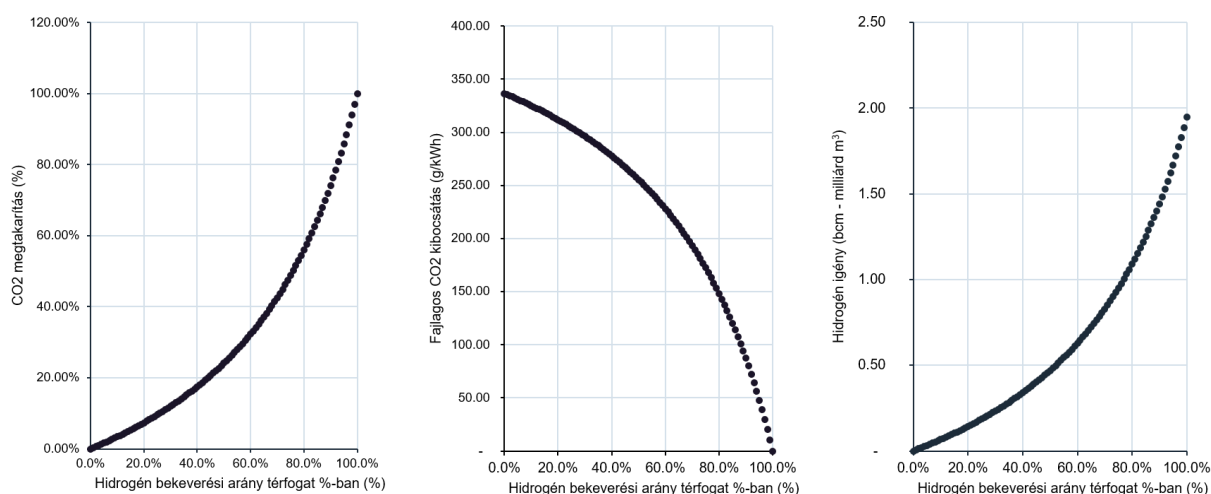
A 2030-ig kitűzött kiemelt célok között említi, hogy évi min. 2 térfogat %-nyi hidrogén részarány bekeverést kell elérni a földgázrendszerben, majd azt a vizsgálati eredmények alapján fokozatosan növelni szükséges, de egyes kutatások alapján a Magyarországi rendszer a jelenlegi formájában is képes nagyobb akár 20%-ot megközelítő értéket is befogadni [17]. Azonban ennek hatására a gázelegy energiataralma csökken az egyéb kockázatok mellett. A hidrogén és a földgáz tüzeléstechnikai jellemzői eltérőek, ezért például gázturbinás bekeverés esetén az egyik legnagyobb kihívást a tüzelőrendszer kialakítása jelenti, többek mellett megnő a lángterjedési sebesség és a lánghőmérséklet is magasabb lesz, másrészt a hőmérséklet növekedésével exponenciálisan nő a keletkező NO_x mennyisége is. A jelenlegi a gyártóktól függően 5-10 térfogat% hidrogén hozzákeverés a földgázhoz a gázturbinás egységek átalakítása nélkül lehetséges, míg a földgáz tüzelőanyaghoz 10-30% térfogat%-nyi hidrogén hozzákeverés, a főbb berendezések cseréje esetén valósítható meg [11].

Elméleti számításaink szerint, ha egy 500 MW-os CCGT (Combined Cycle Gázturbinás – kombinált ciklusú gázturbinás) villamosenergia-termelő kapacitását nézzük, és 80%-os kihasználtság mellett 3504 GWh évi termelést feltételezünk, a hidrogén bekeverés aránya, amit általában térfogat %-ban adnak meg, nem egyenesen arányosan, hanem exponenciális növekedés mellett eredményez CO₂ csökkenést. Egy 50%-os kibocsátáscsökkenés eléréséhez körülbelül 80% hidrogén bekeverése szükséges. A számításokhoz a következő paramétereket (6. ábra) vettük figyelembe:

Érték	Mértékegység	Mennyiség
H ₂ LHV (lower heating value)	MJ/Nm ³	10,80
NG LHV (lower heating value)	MJ/Nm ³	34,00
CCGT hatásfok	%	60,00
CCGT CO ₂ kibocsátási tényező	kg CO ₂ /GJ	56,10
Hidrogén moláris tömeg	kg/mol	1,01
Hőmérséklet	K	288,15
Nyomás	bar	40,00
Gázállandó	J/molK	8,31

6. ábra. Számításokhoz használt paraméterek; *Forrás: saját szerkesztés*

Az EU Taxonómia rendelet megfelelésének követelményei miatt, azonban beruházások esetén gyakorta kritérium a bekeverésre való megfelelőség, a fajlagos kibocsátás kapcsán elvárás, hogy az erőmű a teljes élettartama alatt legfeljebb 100 gCO₂-egyenérték/kWh rendelkezzen, de gyakorta emlegetett határ a 270 gCO₂e/kWh is, ami feletti kibocsátási intenzitással történő üzemeltetése nagy kihívást jelent a mérséklési cél teljesítése szempontjából [1]. Számításaink alapján (7. ábra) ehhez az adott paraméterek mellett több, mint 43%-os bekeverés szükséges. Ezek mellett azt is vizsgáltuk, hogy adott halmazállapot mellett, mekkora hidrogén igényt jelentenek az adott bekeverési értékek. Egy 50%-os üzem esetén körülbelül 0,47 milliárd m³, de 100%-os bekeverés esetén már 1,95 milliárd m³ hidrogén szükséges.



7. ábra. A CO₂ megtakarítás, fajlagos CO₂ kibocsátás és hidrogén igény a hidrogén bekeverés arányában; *Forrás: saját szerkesztés*

ÖSSZEGRZÉS

A földgáz továbbra is meghatározó szerepet játszik a globális energiamixben. Ez igaz Magyarországra úgyszintén, ahol a földgáz a megújuló energiák térfelvése mellett is kulcsfontosságú marad az energiaellátás stabilitásában és az ipari folyamatokban. Megfelelő ösztönzök mellett a biogáz- és biometán-termelés növelése érezhető mértékben hozzájárulhat a földgázimport csökkentéséhez és az energiabiztonság javításához. A hidrogén földgázrendszerbe és villamosenergia-termelésbe történő integrációja lehetőséget nyújt a kibocsátáscsökkentésre. A zöld hidrogén tekintetében a következő években még jelentős technológiai kihívások láthatóak, de az első pilot projektek potenciális sikere gyorsíthatja a terjedését az egyes felhasználási területeken.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Bui, M., Sunny, N., & Mac Dowell, N. (2023). The prospects of flexible natural gas-fired CCGT within a green taxonomy; *IScience*, 26(8), 107382. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107382>
- [2] EIA Energy Information Administration, U.S. (2023): *International Energy Outlook 2023*; <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/index.php> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [3] Energiaoldal (2025): *Fontos szerepkörben Magyarország a hidrogén technológiában*, 2025. január 28., <https://energiaoldal.hu/fontos-szerepkorben-magyarorszag-a-hidrogen-technologiaban> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [4] Herczeg, A., Hornyák, B., Mészáros, R., Szathmári, D.: Az MVM Csoport Stratégiát (2024–2035) befolyásoló megatrendek és a stratégiai környezet bemutatása; *Energiaforrás*, LX. évfolyam, 2024/1 hu ISSN 1786-674X; https://mvm.hu/-/media/MVMHu/Documents/Media/Mediatartalmak/Energiaforras/MVM-Energiaforras_2024_1_web_jav.pdf (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [5] Herczeg, A., Mészáros, R., Szathmári, D.: A fenntartható mobilitás jelenlegi trendjei a közép-kelet-európai régióban A fenntartható mobilitás jelenlegi trendjei a közép-kelet-európai régióban; *EMT XXV. Enelko – XXXIV. SzámOkt*, Brassó, 2024.10.10-13., ISSN 2734-6757; <https://ojs.emt.ro/enelko-szamokt/article/view/1705/1755> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [6] IEA International Energy Agency (2024): *World Energy Outlook 2024*; <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [7] ITM Innovációs és Technológiai Minisztérium (2021): Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája; 2021. május., <https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-nemzeti-hidrogenstrategiaja> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [8] MEKH Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2023): *A magyar távhőszektor 2023. évi adatai*; <https://mekh.hu/a-magyar-tavhoszektor-2023-evi-adatai> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [9] MEKH Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2023): *A magyar villamosenergia-rendszer 2023. évi adatai*; <https://www.mekh.hu/a-magyar-villamosenergia-rendszer-2023-evi-adatai> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [10] MFGT Magyar Földgáztároló (2023): *Akvamarin projekt*; <https://mfgt.hu/hu-HU/Akvamarin> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [11] Molnár, Sz. (2022): *Hidrogén hasznosítás lehetősége az erőművekben*; Előadás, 2022, https://tavho.org/uploads/rendezvenyeink/Konferencia%202022/Moln%C3%A1r_Sz_2022_05_24_Mat%C3%A1Ssz_Hidrog%C3%A9n_PUBLIC.pdf (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [12] MVM (2023): Lezárult a mátrai és tiszai kombinált ciklusú gázturbinás erőművek megvalósítására kiírt közbeszerzési eljárás részvételi szakasza; *MVM Csoport sajtóközlemény*, 2023.08.03., https://mvm.hu/hu-HU/Media/MediaTartalmak/Hirek/2023_0803_CCGT (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [13] MVM (2025): Szerződésbe foglalták a Mátrai Erőmű új blokkjának fejlesztési projektjét; *MVM Csoport sajtóközlemény*, 2025.02.25., https://www.mvm.hu/hu-HU/Media/MediaTartalmak/Hirek/20250225_CCGT_alairas (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [14] NECP HU, *National Energy and Climate Plan – Hungary (2024)*, final updated NECP 2021-2030, https://commission.europa.eu/publications/hungary-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [15] NRG Report (2021): 2030-ra két hidrogénvölgye lesz Magyarországnak; 2021. december 11., <https://nrgreport.com/cikk/2021/12/11/2030-ra-ke-t-hidrogenvolgye-lesz-magyarorszag-nak> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [16] Szilágyi, Zs. (2023): *A földgáz jövője Magyarországon*; <https://epuletgepesz.hu/2023/04/28/a-foldgaz-jovoje-magyarorszag-on/> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [17] Szombati-Galyas, A. B.: *A magyar földgázellátó rendszer hidrogén befogadóképességének vizsgálata*; PhD tézis, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2023, <https://doi.org/10.14750/ME.2024.031> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)
- [18] Toldi O., Bera P. (2022): *A biogáz-termelés helyzete és jövője Magyarországon – szakpolitikai elemzés*; Klímapolitikai Intézet, 2022. szeptember 7., <https://klimapolitikaiintezet.hu/elemzes/biogaz-termeles-magyarorszag-szakpolitikai-elemzes> (letöltés dátuma: 2025.03.08.)