

Putti Krisztián – Hortay Olivér
*Szabályozási kérdések az Európai Unió
hidrogénstratégiájában*

1. Bevezetés

A villamosenergia-piaci dekarbonizációs törekvések sikeres teljesüléséhez szükséges egyik legnagyobb kihívást a fokozott ütemben bővülő, időjárásfüggő megújuló kapacitások okozta rendszer-kiegyenlítési feladatok jelentik. Az ingadozó teljesítményű technológiák térnyerésével ideiglenesen kapacitáshiány vagy -bőség léphet fel, így a villamosenergia-rendszer egyensúlyának és rugalmasságának biztosítása idővel egyre nehezebbé válik. A kihívást tovább súlyosbítja, hogy a tendenciával párhuzamosan a kiegyenlítési feladatokat jelenleg ellátó földgáztüzelésű erőművek kapacitása – az elmúlt évek tapasztalatai, valamint a jövőbeli tervek alapján – folyamatosan csökken.

A probléma kezelésére – azaz a villamosenergia-rendszer rugalmasságának növelésére – jó alternatív megoldást kínál a hidrogén, amely így az utóbbi időben a szakpolitika figyelmének középpontjába került. Egyrészt, a földgázhálózatba történő bekeverésen keresztül az energiahordozó bizonyos mértékben helyettesítheti a magas importigényű földgázt. Másrészt, mivel a hidrogén tárolható, és előállításához nagy mennyiségű villamos energia szükséges, a technológia megoldást jelenthet a kapacitáshiányos, illetve túlkínálatos időszakok közötti kiegyenlítési kihívásokra. Végül, az energiahordozó a tüzelőanyag-cellával működő járművek terjedésén keresztül elősegítheti a közlekedés zöldítését, elsősorban az elektromobilitási szolgáltatókkal korlátozottan lefedhető, hosszú távú közúti teherszállítás területén.

A hidrogén jövőbeli terjedéséhez azonban – annak sajátos fizikai és kémiai tulajdonságai miatt – számos technológiai és szabályozási feladatot kell még megoldani. Az Európai Bizottság 2020-ban publikálta az Európai Hidrogénstratégiát,¹ míg Magyarország 2021 júniusában hozta nyil-

¹ Európai Bizottság 2020.

vánosságra a Nemzeti Hidrogénstratégiát.² Míg előbbi tág keretek között és egyelőre kevés konkrétummal vezeti be a hidrogéngazdaságban lévő terveket, a magyar kormány már lefektette azokat az alapokat, amelyekre a magyar hidrogéntermelés és -felhasználás fejlesztése a következő több mint tíz évben épülni fog. És bár az Európai Unió formálódó szabályozása várhatóan az „energiaunió” koncepcióját követi majd, és így a legtöbb nyitott kérdésben a központi szabályozás irányába igyekszik terelni a tagállamokat, a jogszabályok kialakítása során lehetőség van ezeket befolyásolni. Magyarországnak tehát a belföldi hidrogénstratégiája meghatározásán túl érdemes európai szinten is határozott álláspontot kialakítania a vitás kérdésekben. Ez azért is lehet célravezető, mert az új technológia – elsősorban a földgáz potenciális helyettesítőjeként – a jövőben jelentősen átrendezheti a meglévő geopolitikai viszonyokat, és így a gyors reagálású országok gazdasági előnyhöz juthatnak a követőkkel szemben.

Jelen tanulmány három lényeges és várhatóan konfliktusos nemzetközi szintű kérdést tárgyal: a nukleáris energia figyelembevételét a tiszta hidrogéntermelésben, a bekeverési szabályok meghatározását, valamint a tagállami és közösségi érdekek ütközését a szabályozás kialakításában. A tanulmány hat fejezetből áll. A bevezetőn túl a második fejezet egy rövid összefoglalást ad a hidrogén jelenlegi felhasználási és termelési adatairól, tendenciáiról. A harmadik fejezetben bemutatjuk a nukleáris energia szerepét a hidrogéngazdaságban. A negyedik fejezet a hidrogén földgázrendszerbe történő bekeverésének dilemmáit járja körül. Az ötödik fejezetben azokat a főbb pontokat tekintjük át, ahol a tagállami és uniós szintű szabályozási jogkörök kialakítása érdemben befolyásolhatja Magyarország hidrogéngazdaságának fejlődését. Végül a hatodik fejezetben összefoglaljuk javaslatainkat.

2. Hidrogénpiaci áttekintés

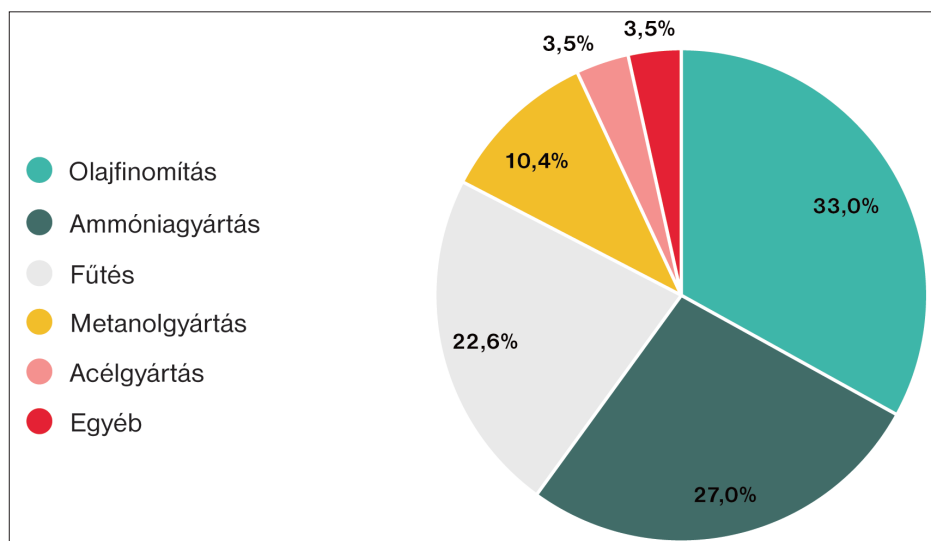
2.1 A hidrogén felhasználása

A világ hidrogénfelhasználásának ágazati megoszlását az 1. ábra mutatja. Jól látszik, hogy jelenleg a legnagyobb hidrogénigény az ipari folyamatokban jelentkezik. Kiemelkedik ezek közül az olajfinomítás (33 százalék),

² Innovációs és Technológiai Minisztérium 2021.

az ammóniagyártás (27 százalék) és a metanolgyártás (10,4 százalék). Míg utóbbinál és az acélgyártásnál megfelelő a melléktermékként (vagyis kisebb tisztaságú, más gázokkal keveréket alkotó) keletkező hidrogén alkalmazása, az ammóniagyártáshoz nagy tisztaságú hidrogénre van szükség. Bár a közlekedésben az elektromobilitás mellett a hidrogénnek is nagy szerepet jósolnak a jövőben (kifejezetten a közúti teherszállítás területén), az üzemanyagcellás hidrogénfelhasználás kevesebb mint 0,01 százalék volt 2019-ben. A Nemzetközi Energiaügynökség prognózisa alapján 2050-re a világ hidrogénigénye megközelíti a 300 millió tonnát.³ Ez a növekedés a tanulmány szerint elsősorban az energiatermelésben, a fűtésben és a közlekedésben várható.

1. ábra: A világ hidrogénfelhasználása szektoronként 2019-ben⁴



Látható tehát, hogy míg napjainkban a hidrogénigény jelentős része az iparban keletkezik, a következő évek keresletnövekedése új területeken jelentkezik majd. Ez egyfelől nagy mozgásteret biztosít a szabályozóknak, hiszen teljesen új piaci funkciók játékszabályait kell lefektetniük, másfelől azonban nagy kihívást okoz, mert olyan piaci környezetre kell felkészülniük, ami csak jelentős bizonytalanságok árán jelezhető előre.

³ Nemzetközi Energiaügynökség 2020.

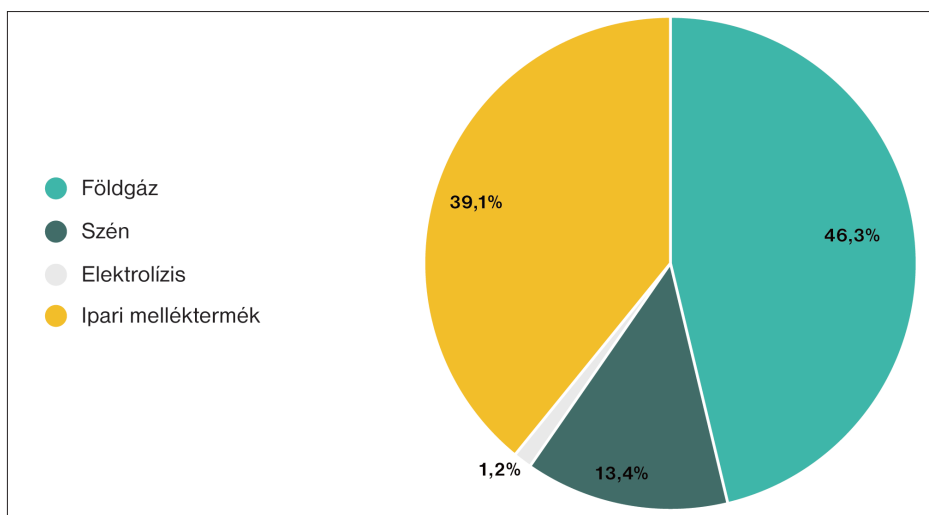
⁴ Statista 2021.

2.2 A hidrogén termelése

A világ hidrogéntermelése 2019-ben nagyságrendileg 115 millió tonna volt, melynek forrásmegoszlását a 2. ábra mutatja. A hidrogén közel 40 százaléka (mintegy 45 millió tonna) ipari folyamatok melléktermékeként, más gázokkal keveredve keletkezik. A tiszta formában történő hidrogén-előállítás aggregált volumene mintegy 75 millió tonna, amelynek csaknem teljes egészét (98 százalékát) fosszilis energiaforrások biztosítják (76 százalékát földgáz, 22 százalékát pedig szén). A villamosenergia-piac számára attraktív elektrolízis mindössze a világ teljes termelésének 1,2 százalékáért, a tiszta hidrogén előállításának pedig 2 százalékáért felelős.

A hidrogéntermelés a világ földgázfelhasználásának 6 százalékát, a szénfelhasználásának pedig 2 százalékát teszi ki, azaz a technológia – elsősorban az ipari felhasználás hegemóniája miatt – egyelőre inkább a környezet szennyezéséhez járul hozzá, és nem a klíma védelméhez. A földgázból történő hidrogén-előállítás tonnánként 10 tonna szén-dioxid-kibocsátással jár, míg ez az érték a szén esetében 19 tCO₂/tH₂, ami összességében nagyságrendileg éves szinten 830 millió tonna szén-dioxid-kibocsátást jelent.⁵

2. ábra: A világ hidrogéntermelésének forrás szerinti megoszlása 2019-ben⁶



⁵ Nemzetközi Energiaügynökség 2019. június.

⁶ Nemzetközi Energiaügynökség 2019. június, saját szerkesztés.

Mivel a hidrogén előállításához felhasznált energiahordozó nagymértékben befolyásolja a technológia környezeti teljesítményét, a szakirodalom színekódokat vezetett be ennek jelölésére. A fosszilis forrásokból történő hidrogén-előállítási technológiákra a szürke, a fekete és a türkiz színeket, a kevésbé környezetszennyező elektrolízissel előállított hidrogénre pedig a zöldet, a sárgát és a rózsaszínt szokás alkalmazni. A színekódok között több ízben átfedések azonosíthatók.

Általánosságban szürke hidrogénnek hívják a fosszilis forrásból termelt hidrogént. Ennek két leggyakoribb változata a földgázból gőzreformálás útján, illetve a szén elgázosításával történő előállítás. Ezek a technológiák a leginkább elterjedtek és legolcsóbbak, ugyanakkor a legnagyobb károsanyag-kibocsátás is hozzájuk kapcsolódik. Fekete hidrogénnek a kifejezetten szén felhasználásával előállított hidrogént tekintik (megkülönböztetve a földgáztól). A kék hidrogén olyan szürke technológia, amelyben a gyártás végén a szén-dioxidot leválasztják és megkötik (így nem távozik a légkörbe). A türkiz hidrogén kiindulási alapanyaga a földgáz, azonban itt a gőzreformálás helyett a metánt magas hőmérsékleten katalizátorok segítségével bontják alkotóelemeire, és így a folyamat melléktermékeként szilárd formájú, más iparágakban hasznosítható elemi szén keletkezik. Zöld hidrogénnek a megújuló erőforrásokból (például víz-, szél- vagy napenergia), sárgának a kifejezetten napenergiából, rózsaszínnek pedig a nukleáris energiából előállított hidrogént nevezik.

3. A nukleáris technológia szerepe a hidrogéntermelésben

Az erősen szennyező fosszilis tüzelőanyagok kiváltása az ipari, szolgáltatási és lakossági szektorokban magával hozza az elektrifikáció növekedését, vagyis az eddigi fosszilis alapú hasznos energiatermelést kiváltja a villamosenergia-alapú. Az előrejelzések szerint ez a folyamat a jövőben nagymértékű villamosenergiafelhasználás-növekedéssel fog járni. A Nemzetközi Energiaügynökség (International Energy Agency, a továbbiakban IEA) 2021 májusában publikált tanulmánya⁷ bemutatja, hogy a karbonsemlegesség 2050-re történő elérése esetén a teljes végsőenergia-fogyasztás mintegy ötven százalékát a villamos energia fogja szolgáltatni. Ennek a hatalmas mennyiségű igénynek a kielégítésére a tanulmány szerint a mai

⁷ Nemzetközi Energiaügynökség 2021.

1. táblázat: Az Európai Unió országaiban 2019-ben termelt villamos energia értéke (GWh) és forráscsoportonkénti megoszlása⁸

	Termelt villamos energia (GWh)	Termelt villamos energia megoszlása forráscsoportonként			
		Fosszilis	Megújuló	Nukleáris	Egyéb
Ausztria	74 234	20,78%	77,65%	0,00%	1,56%
Belgium	93 497	30,26%	20,09%	46,55%	3,10%
Bulgária	44 224	44,60%	17,77%	37,43%	0,19%
Ciprus	5142	89,98%	10,02%	0,00%	0,00%
Csehország	86 988	52,13%	12,75%	34,77%	0,36%
Dánia	29 278	18,22%	75,90%	0,00%	5,87%
Észtország	7616	71,14%	27,05%	0,00%	1,81%
Finnország	68 715	17,90%	45,19%	34,76%	2,15%
Franciaország	570 796	8,96%	20,16%	69,90%	0,97%
Görögország	48 742	64,79%	34,63%	0,00%	0,59%
Hollandia	121 351	76,35%	16,84%	3,22%	3,58%
Horvátország	12 705	33,86%	66,14%	0,00%	0,00%
Írország	30 293	61,58%	36,55%	0,00%	1,87%
Lengyelország	163 420	84,00%	15,57%	0,00%	0,43%
Lettország	6438	50,42%	49,58%	0,00%	0,00%
Litvánia	3972	14,90%	76,11%	0,00%	8,99%
Luxemburg	1869	9,47%	83,84%	0,00%	6,69%
Magyarország	34 082	37,63%	13,03%	47,79%	1,55%
Málta	2070	89,76%	10,24%	0,00%	0,00%
Németország	618 239	46,10%	39,55%	12,14%	2,20%
Olaszország	291 693	58,95%	39,14%	0,00%	1,91%
Portugália	53 086	45,31%	53,51%	0,00%	1,18%
Románia	60 159	39,98%	41,27%	18,75%	0,00%
Spanyolország	274 192	40,61%	37,37%	21,32%	0,70%
Svédország	168 443	1,58%	55,87%	39,53%	3,02%
Szlovákia	27 808	21,13%	22,77%	55,76%	0,34%
Szlovénia	16 095	31,23%	32,54%	36,17%	0,06%

⁸ Nemzetközi Energiaügynökség, saját szerkesztés. A fosszilis csoportot a szén, az olaj és a földgáz alkotja, a megújulók csoportjában a bioüzemanyagok, fotovoltaikus, szél, víz, geotermikus, hullám- és naphőenergia található meg, míg az egyéb kategóriában a hulladék és az IEA által „egyéb” néven jegyzett értékek szerepelnek.

villamosenergia-termelésnek a két és félszeresére kell emelkednie 2050-re. A becslések szerint a megújulóenergia-hasznosítás mellett a világon termelt villamos energia legalább tíz százaléka még ekkor is nukleáris forrásokból lesz biztosítva. A hidrogéngazdaság fejlődése az elektrifikáció fontos komponensét jelenti, így a villamosenergia-rendszerek dekarbonizációjához a hidrogént is tiszta energiaforrásokból kell előállítani.

Az atomenergia már most is nagy részt képvisel az Európai Unió tagállamainak villamosenergia-termelési mixében. Az 1. táblázat részletesen tartalmazza az EU27-tagállamokban 2019-ben megtermelt villamos energia értékét és annak százalékos megoszlását az egyes forrás csoportok tekintetében. Az adatokból egyrészt azt lehet kiolvasni, hogy az egyes országok nagyon különböző földrajzi körülményei, az eltérő nyersanyagokhoz és energiahordozókhoz való hozzáférhetőségei a villamosenergia-mixen keresztül is megjelennek. Olyan országok esetében, mint Ausztria, Svédország, Horvátország és Litvánia, ahol a vízenergia-potenciál nagyon nagy, a megújulóenergia-résarány is magas, míg azokban az országokban, amelyek víz- vagy szélenergia szempontjából kevésbé ideális adottságokkal rendelkeznek – például Lengyelország, Málta és Csehország – a fosszilis energiahordozók aránya a meghatározó.

Az adatokból kiolvasható, hogy az atomenergia használata az európai uniós országokban is számottevő részt képvisel, hiszen a huszonhét tagállam majdnem felében (szám szerint tizenháromban) üzemel atomerőmű, és ezek közül tizenegy esetében (Csehország és Hollandia kivételével) a fosszilis tüzelőanyagok villamosenergia-termelésben lévő aránya ötven százalék alatti (sőt, az európai térségbe tartozó országok közül jelentős nukleáris kapacitás üzemel az Egyesült Királyságban, Svájcban, Ukrajnában és Oroszországban). Már most is épülnek újabb reaktorok Magyarországon, Szlovákiában, Franciaországban és Finnországban, továbbá a technológia jelentős szerepet tölt be Lengyelország dekarbonizációs terében is; a 2040-es energiastratégia 34 milliárd eurós beruházásból kíván 6-9 GW-nyi nukleáris kapacitást létesíteni.⁹

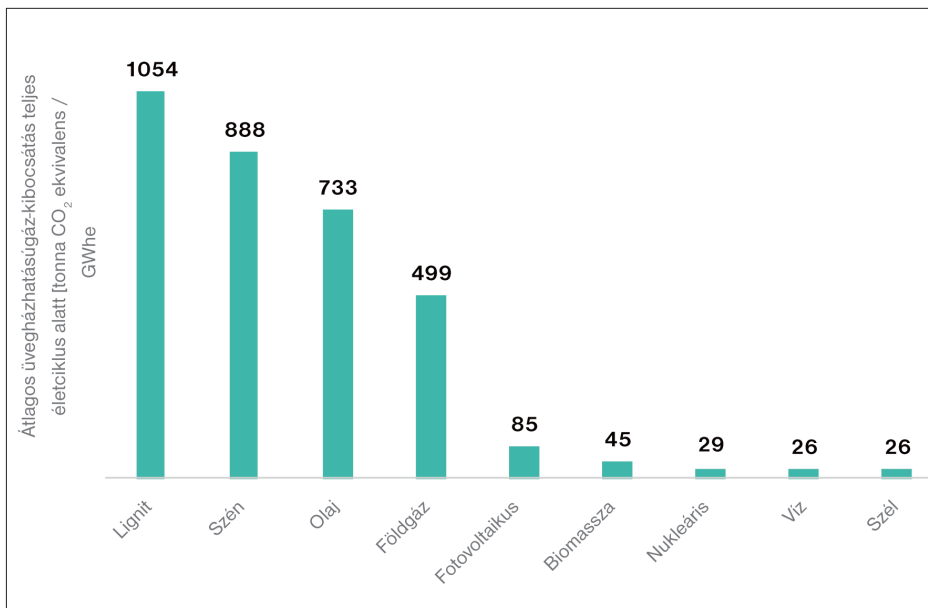
Az atomenergia a jövőben kulcsszerepet fog játszani a dekarbonizációban, amit az IEA 2019 májusában publikált dokumentuma¹⁰ is kifejez. A tanulmány úgy fogalmaz, hogy az atomenergia szerepe a dekarbonizációban jól megalapozott, és nagymértékben hozzájárul ahhoz. Ez többek között annak köszönhető, hogy az atomenergia használatának üveg-

⁹ Portfolio 2020.

¹⁰ Nemzetközi Energiaügynökség 2019. május.

házhathásúgáz-kibocsátása teljes életciklust vizsgálva nagyon közel esik a megújuló energiaforrásokéhoz. A 3. ábrán jól látszik, hogy ez az érték a fosszilis tüzelőanyagok esetében meglehetősen magas, míg az atomerőművek kibocsátása teljes életciklusukra vonatkoztatva összemérhető a megújulókéval. A hivatkozott tanulmány huszonegy darab (1997 és 2010 között publikált) korábbi munkát elemezve, az azokban megjelenő adatokat összegyűjtve mutatta be az eredményeket.

3. ábra: Különböző villamosenergia-termelő technológiák átlagos üvegházhatásúgáz-kibocsátása teljes életciklus alapján¹¹



Ezek alapján kijelenthető, hogy az atomenergia kiemelt szerepet tölt be a dekarbonizációban és így az európai uniós klímacélok elérésében. Ugyanakkor az Európai Bizottság által 2020 júliusában közzétett Európai Hidrogénstratégia¹² (továbbiakban Stratégia) az atomenergiát mint egy, a dekarbonizáció szempontjából nagyon alacsony üvegházhatásúgáz-kibocsátású technológiát meg sem említi. A Stratégia többek között megkülönbözteti:

¹¹ World Nuclear Association 2011, saját szerkesztés.

¹² Európai Bizottság 2020.

- a megújuló hidrogént, amelyet megújuló energiaforrásból előállított villamos energiával működtetett elektrolizáló berendezés segítségével termelnek,
- a tiszta hidrogént, amelyet a megújuló hidrogénnel azonosít,
- a szén-dioxid-leválasztás alkalmazásával előállított, fosszilis alapú hidrogént, amelynek termelése során a nagy károsanyag-kibocsátást a folyamat (leggyakrabban gőzreformálás) végén keletkező szén-dioxid leválasztásával és megkötésével csökkentik, valamint
- az alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogént, amelyet a fosszilis alapú, szén-dioxid-leválasztást alkalmazó technológiával vagy az elektromos áramon alapuló technológiával (elektrolízis) előállítottként definiál.

Azon túl, hogy az alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogén meghatározásában az elektromos áramon alapuló technológia példájában nincsen értelmezve a felhasznált villamos energia minősége annak forrása tekintetében (vagyis a villamosenergia-mix) –, következésképpen előfordulhat, hogy karbonintenzív módon előállított villamos energia segítségével termelt hidrogént is alacsony kibocsátású hidrogénnek definiálnak –, a tiszta hidrogén kategóriájába is kizárólag a megújuló erőforrásokból előállított villamos energia által termelt hidrogén tartozik bele.

Ezek a meghatározások azért különösen fontosak, mert a Stratégia kimondja, hogy a kezdeti fázisban támogatni fogják a hidrogéntechnológiák elterjedését, amíg azok nem lesznek versenyképesek. Ilyen hozzájárulás lesz például az uniós kibocsátáskereskedelmi rendszer innovációs alapjából származó tízmilliárd euró is, amelyet a Bizottság 2020 és 2030 között tervez elkölteni alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiákra. A Bizottság további célkitűzése, hogy 2020 és 2024 között legalább 6 GW, 2025 és 2030 között pedig legalább 40 GW megújuló hidrogén előállítására képes elektrolizátorkapacitás épüljön ki. Továbbá a szén-dioxid-kibocsátáscsökkentés érdekében több szakpolitikai támogatási rendszer kidolgozása van folyamatban. Ilyen intézkedések egyike egy úgynevezett karbonszegénységi küszöbérték vagy szabvány bevezetése, amely a hidrogéntermelő létesítmények támogatását azok teljes életciklusra vonatkoztatott üvegházhatásúgáz-kibocsátása alapján ítélné meg. Ez azt jelenti, hogy a kibocsátás szempontjából kedvezőbb és környezetbarátabb (e tekintetben versenyképesebb) technológiák kapnának nagyobb támogatást.

Összességében tehát az látható, hogy a villamosenergia-termelés szempontjából az atomenergia szerepe az Európai Unió tagállamainak nagy

részében jelentős, és az üvegházhatásúgáz-kibocsátása a teljes életciklus tekintetében alacsony (összemérhető a megújuló energiaforrások többségével). Ezzel szemben az Európai Bizottság által kiadott hidrogénstratégia, bár komoly célokat és finanszírozási ösztönzőket társít az alacsony kibocsátású hidrogén-előállításához, a nukleáris energiát mint forrást nem definiálja, nem említi, és ahol a támogatásokat kizárólag a megújuló energiaforrásokhoz köti, ott kifejezetten kizorítja. Ezért javasoljuk, hogy az atomenergia – mint nagyon alacsony kibocsátású hidrogén előállítására alkalmas és mint a dekarbonizációhoz hozzájárulóként azonosított technológia – segítségével előállított hidrogén (a megújuló forrásokból előállított hidrogénhez hasonló módon) kerüljön be a „tiszta hidrogén” definíciójába, egyúttal a megújuló energiaforrásokból előállított hidrogénre érvényes támogatási mechanizmusok legyenek érvényesek és igényelhetőek atomenergia segítségével előállított hidrogén esetében is.

4. A hidrogén-bekeverés jövője

A dekarbonizáció során az egyik legnehezebb feladat a földgáz kiváltása lesz. Magyarországon 2019-ben az éves földgázfelhasználás több mint 354 TJ volt, a végső felhasználás pedig körülbelül 250 TJ. Ennek 23,5 százalékát az ipar használta fel (a legjelentősebb fogyasztók között található meg az élelmiszer, ital és dohánytermékek gyártása, a vegyipar és gyógyszergyártás és a nemfém ásványi termékek gyártása), közel felét, 47 százalékát a lakosság, 18 százalékát a kereskedelmi és közszolgáltatási szektor, a maradékot pedig egyéb területek (például a nem energetikai célú felhasználás).¹³ A statisztika alapján érzékelhető, hogy a földgáz milyen fontos energiaforrás, hiszen nagy mennyiséget használunk belőle, és különböző területeken alkalmazzuk, ez adja a dekarbonizáció nehézségét is.

A földgáz energiatermelésben történő kiváltására lehet alkalmas hosszú távon a hidrogén, hiszen elégetésével energia szabadítható fel, égésterméké pedig káros anyagoktól mentes (lényegében kizárólag víz). Ahhoz azonban, hogy a hidrogént széles körben alkalmazni lehessen, szükség van egy kiszolgáló infrastruktúrára, ami lehetővé teszi a hidrogén termelését, szállítását, elosztását, tárolását, illetve végfelhasználói berendezésekben az elégetését. Az infrastruktúra tekintetében azonban két kérdést

¹³ Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal 2020.

kell mindenképpen megvizsgálni: az egyik, hogy sajátos tulajdonságai mellett hogyan lehet a hidrogént biztonságosan alkalmazni a földgáz-hálózatokban, illetve milyen infrastruktúra kiépítésére lenne szükség, és az mekkora költséggel járna. Utóbbi kérdés érzékeltetésére érdemes megjegyezni, hogy a magyar földgázszállító rendszer majdnem 6000 kilométer hosszú és 400 átadóállomással rendelkezik, a földgázelosztó rendszer hossza meghaladja a 84 000 kilométert és több mint 3 millió gázmérő készülékkel rendelkezik.¹⁴ Könnyen belátható, hogy egy ehhez hasonló infrastruktúra kiépítése a hidrogén számára csillagászati beruházási költséget jelentene (és akkor még nem vettük számításba a földgázrendszer leszerelését és a területek rekultivációját). Éppen emiatt jelenleg számos kutatás zajlik az Európai Unión belül és kívül is azzal kapcsolatban, hogy felmérjék, a jelenlegi földgázrendszer (annak minden elemével együtt, így például a vezetékek, a nyomásszabályozó állomások, a tömítések, a gázmérők, a végfelhasználói berendezések – például turbinák, kazánok, bojlerok stb.) alkalmas-e, vagy milyen beavatkozásokkal lenne alkalmassá tehető a hidrogén kezelésére.

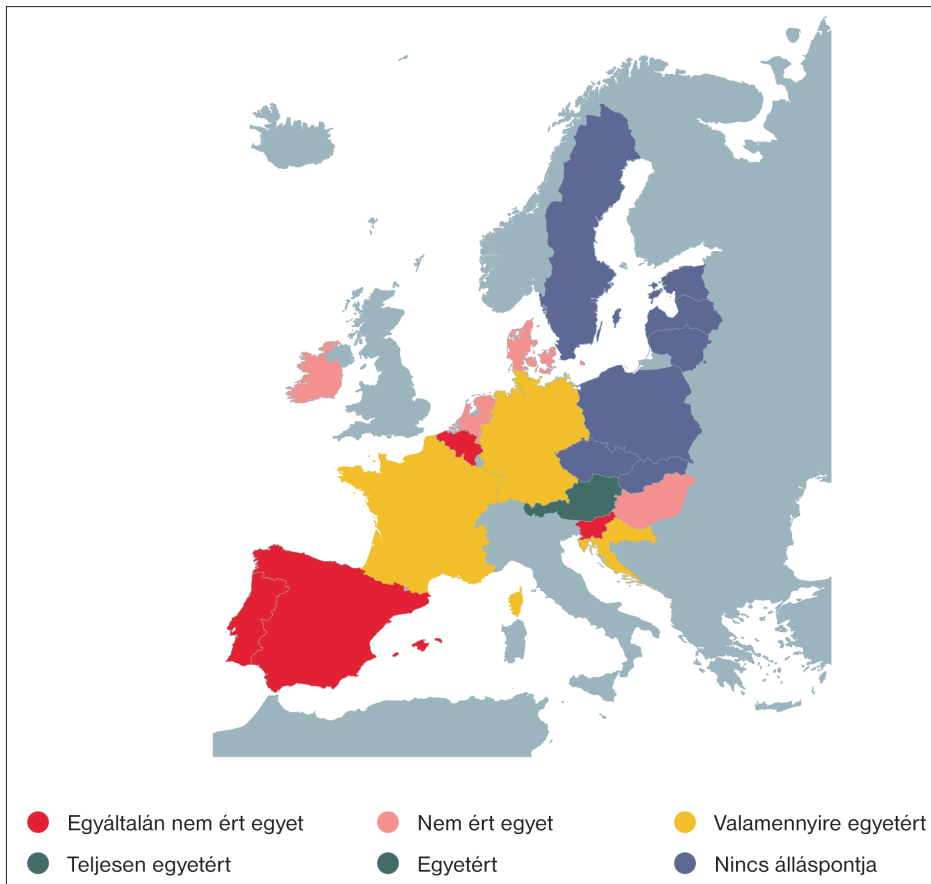
Kétségtől mentesen hosszú távon a teljes hidrogéngazdaságra történő átállás jelenthet megoldást, azonban az előzőekben említett okoknak is köszönhetően ez nem tud egyik napról a másikra megvalósulni, ugyanakkor a dekarbonizációt szükséges minél hamarabb elkezdni ezen a területen is. A hidrogén-bekeverés lehetősége tehát átmeneti megoldásként merül fel, ami a hidrogén meghatározott koncentrációig történő elegyítését jelenti a földgázzal. Így egy tízszázalékos hidrogén-bekeverés azt jelentené, hogy a földgáz-hálózatban nem száz százalék földgáz, hanem egy tíz százalék hidrogénből és kilencven százalék földgázból álló keverék lenne.

A hidrogén-bekeverést mint (az átmeneti időszakban alkalmazott) alternatívát az Európai Hidrogénstratégia is említi, az ott megfogalmazott álláspont szerint azonban a megoldás csökkenti a hidrogén értékét, és így kevésbé hatékony. Érzékelhetően felmerül ennél a kérdésnél egy erős dilemma, hogy milyen irányba kellene haladni a kutatásokkal, a szabályozással és a támogatási mechanizmusokkal: a bekeverés helyett már most a százszázalékos hidrogén alkalmazása felé, vagy egy átmeneti időszakban teret engedni a bekeverésnek, és a szabályozásokat és támogatásokat ehhez mérten kialakítani. Az is fontos kérdés, hogy a második esetben az említett átmeneti időszak milyen hosszú legyen. Ez a dilemma már az európai uniós tagállamok szabályozó hatásáigait tömörítő szervezetben

¹⁴ Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal 2020.

(Energiaszabályozók Európai Uniói Együttműködése – European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators [ACER]) is felmerült, ezt mutatja a szervezet 2020 júliusában publikált kutatási eredménye is.¹⁵ Ebben a felmérésben ez európai szabályozó hatóságok véleményét, álláspontját kérték ki számos, a hidrogénnel és biometánnal kapcsolatos kérdésben. A kérdésre adott válaszokat a 4. ábra tartalmazza.

4. ábra: Az egyes országok szabályozó hatóságainak válasza arra a javaslatra, hogy a hidrogént egyáltalán nem kellene bekeverni, helyette száz százalék hidrogén felhasználására alkalmas hálózatot kell fejleszteni¹⁶



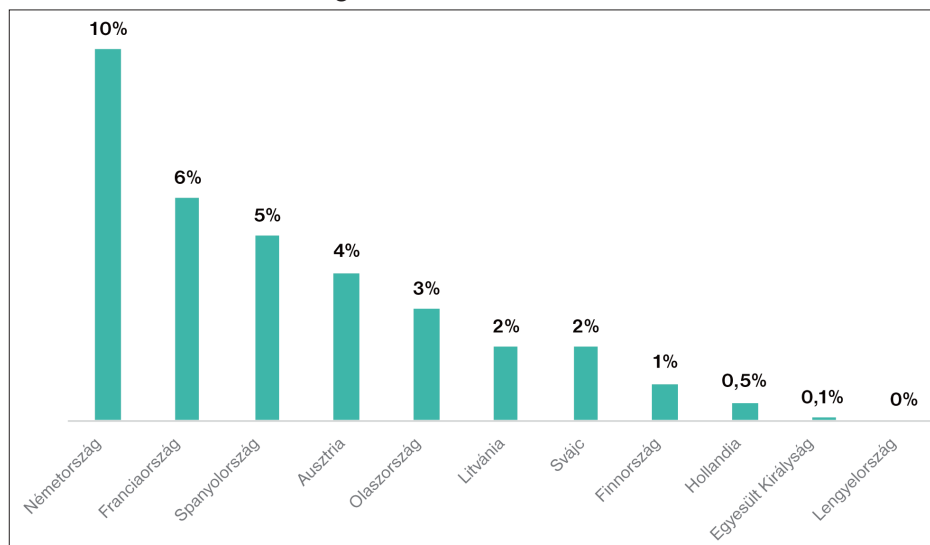
¹⁵ Agency for the Cooperation of Energy Regulators 2020.

¹⁶ Agency for the Cooperation of Energy Regulators 2020, saját szerkesztés.

A bekeverés helyett a százszázalékos hidrogén használatát és az azzal kapcsolatos kutatásokat előirányzó, támogató állásponton egyedül Ausztria helyezkedett el, de érdemes megjegyezni, hogy az uniós jogalkotás szempontjából megkerülhetetlen német–francia tengely sem állt ki egyértelműen a bekeverés mellett (csak részben értenek egyet a felvetéssel). Magyarországgal együtt ugyanakkor kilenc tagállam van a válaszadók közül, amelyek támogatják a bekeverés lehetőségét; Spanyolország, Portugália, Belgium, Luxemburg és Szlovénia kifejezetten deklaráltan elutasítja a százszázalékos hidrogénre való – bekeverést nélkülöző – átállást. Megfigyelhető, hogy hét országnak még nincsen határozott álláspontja ebben a kérdésben, ezek között vannak a visegrádi országok is Magyarország kivül.

A hidrogén bekeverését és az átmeneti időszak legalább húszévesre történő kiterjesztését több érv is alátámasztja. A hidrogén földgázrendszerben történő alkalmazásának kutatásával és úgy általában a hidrogénnel az egyes európai országok technológiai fejlettségük, a 3. fejezetben bemutatott eltérő villamosenergia-mixük (de igaz ez a végsőenergia-felhasználásra is) és földrajzi viszonyaik miatt eltérő módon és sebességgel kezdtek el foglalkozni. Ezen túl a végsőenergia-felhasználásban a földgáz

5. ábra. Egyes európai országok engedélyezett maximális hidrogénbekeverési limitértéke¹⁷



¹⁷ Nemzetközi Energiaügynökség 2019. november, saját szerkesztés.

aránya és így a földgázfüggőség is jelentősen változó az országok között, így a dekarbonizáció és vele együtt a hidrogéninfrastruktúra kialakítása is eltérő kihívást jelent a tagállamoknak. Erre szolgál példaként az 5. ábra, amely néhány európai ország engedélyezett maximális hidrogén-bekeverési arányát mutatja be.

Egyelőre az országok szabályozásai eléggé differenciáltak a hidrogén-bekeverés engedélyezett értéke tekintetében. Bár több országban – így például Hollandia és az Egyesült Királyság esetében – előrehaladott kutatások zajlanak a hidrogén bekeveréséről (kísérleti projekteknél már a húsz százalékot is tesztelik), máshol még csak most indulnak el azok a pilótaprojektek, amelyek kellő alapot nyújthatnak a szabályok kialakításához. Látható tehát, hogy a hidrogéngazdaság szempontjából az országok eltérő fejlettségi állapota és tapasztalata nem teszi lehetővé a bekeverés átugrását, és egyből a százszázalékos hidrogéninfrastruktúra kiépítését.

A bekeverés és a földgáz hidrogénnel való kiváltása legkorábban az Európai Hidrogénstratégiában prognosztizáltak szerint is a 2030-as évek közepétől várható, ami azt is jelenti, hogy a földgáz legalább a következő tíz évben még szerves részét fogja képezni az energiaellátásnak, emiatt lényeges ezt is szem előtt tartani. A hazai és európai földgázrendszer fejlesztése két úton is végbemegy: egyrészt a jelenlegi földgázhálózatban szükséges azokat a csővezetékszakaszokat és berendezéseket javítani és akár cserélni is, amelyek elérték az élettartamuk végét, másrészt az ellátásbiztonság szempontjából új vezetékek és rendszerelemek építése is indokolt. Előbbi esetében a földgázszolgáltatóknak minden évben meghatározott ütemtervük van az egyes vezetékaszakaszok korszerűsítésére. Ezek a munkálatok általában elég költségesek, hiszen az anyagköltségen felül nagymértékű építőmunkával is járnak (utcai burkolatok felbontása, majd újraaszfaltozása). Éppen ezért ezeket a beruházásokat a megtérülés érdekében hosszú távra, évtizedekre tervezik.

Hasonló a helyzet az új vezetékek és rendszerelemek építésével is, európai szinten elég csak a 2021 januárjában átadott Balkáni Áramlat (a Török Áramlat és a Kék Áramlat nevet is használják) vezetékre gondolni – amely Oroszországot a Fekete-tenger alatt Törökországgal köti össze, majd Bulgárián és Szerbián keresztül jut Magyarországra (illetve egy része Bosznia-Hercegovinába ágazik le) –, vagy a jelenleg is épülő Északi Áramlat-2 vezetékre – mely Oroszországot a Balti-tenger alatt köti össze Németországgal. Ilyen volumenű beruházásokat (az óriási ráfordítás miatt – az Északi Áramlat-2 becsült költsége 9,5 milliárd euró) legalább harminc, de inkább ötven évre terveznek. A bekeverés segíthet kitolni a földgázrendszer élettartamát, és így az aktuális beruházások is megtérülhetnek,

de ami ennél még lényegesebb, nem zárja ki a hálózat karbantartását és fejlesztését az elkövetkezendő években. Erre azért is kell gondolni, mert a csökkenő földgázfelhasználás csökkenti a rendszer kihasználását, vagyis az egységnyi gázra jutó infrastrukturális költségek növekedni fognak. Ez azzal fog járni, hogy idővel a profit el fog tűnni a rendszerből, és a szükséges befektetések elmaradnak. Végül, de nem utolsósorban, az Európai Hidrogénstratégia is leszögezi, hogy a bekeverés lehetőséget biztosít a decentralizált hidrogéntermelés elterjedésére és növekedésére, mert így helyileg lehet a hidrogént betáplálni a rendszerbe.

Összességében azt javasoljuk tehát, hogy a hidrogénbekeverés európai uniós szinten is megjelenő és támogatandó alternatíva legyen, valamint a földgázrendszerre jellemző beruházások időbelisége miatt a bekeverés támogatási időszakára a szabályozó legalább húsz évet vegyen figyelembe. A magyar érdekek érvényesítése szempontjából jó opciót kínál a visegrádi országokkal történő együttműködés lehetősége. A potenciális partnerországoknak még nincs határozott állásfoglalásuk a bekeverést illetően, de energiamixük, infrastrukturális és egyéb adottságaik hasonlóak, így a közös álláspont kialakításának nincsenek szakmai korlátai.

5. A szabályozási jogkörök ideális szintje

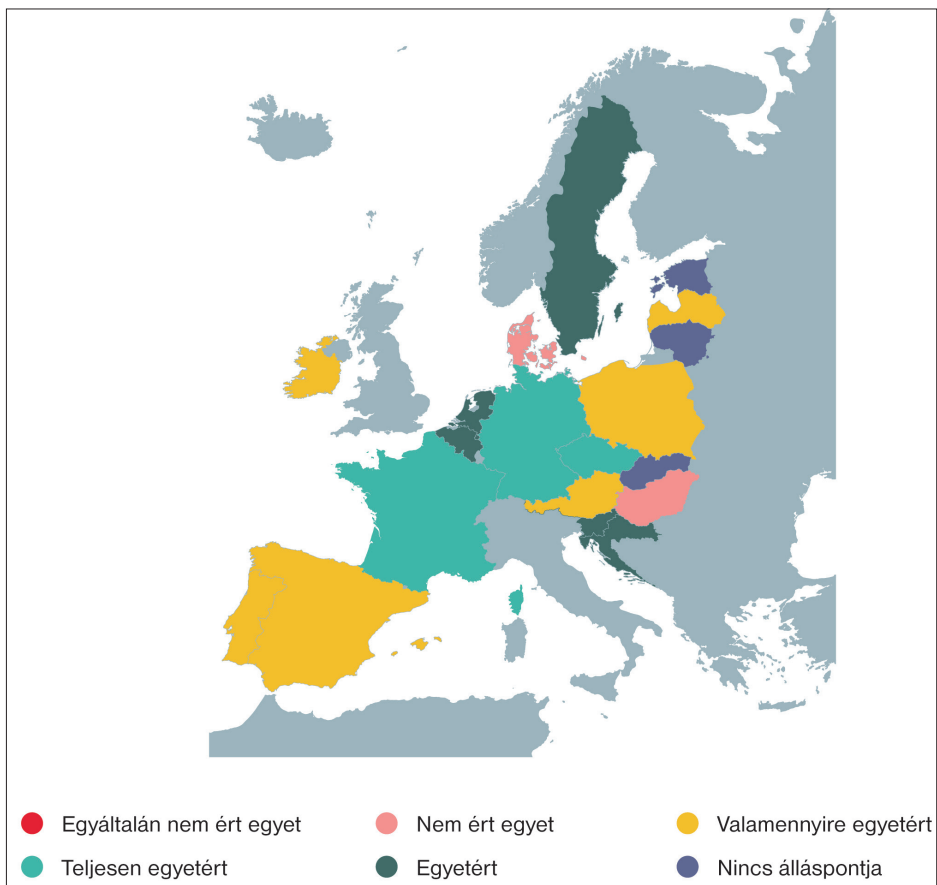
Mivel az európai hidrogénpiaci szabályozás kialakulóban van, számos kérdésben a közeljövőben dől majd el, hogy mely jogkörök maradnak tagállami hatáskörben, és melyek kerülnek uniós szintre. A jelenlegi információk alapján az egyik fontos vitás pont az előző fejezetben ismertetett bekeverés arányának meghatározása, a másik pedig a hidrogéninfrastruktúra kiépítésével kapcsolatos költségallokációs szabályok kialakítása lesz majd.

Az Európai Hidrogénstratégia a bekeverést vélhetően azért sem támogatja egyértelműen, mert tart attól, hogy amennyiben az egyes országok különböző százalékban határozzák meg a hidrogénarányt, az problémákat okozhat a földgáz határokon túlnyúló áramlásában, kereskedésében, és így veszélyeztetné az európai energiapiacok integrációjának erősödését. Másfelől azonban az előző fejezetben bemutatott tagállami különbségek egyelőre nem teszik lehetővé közösségi szintű értékek meghatározását.

Az ACER arról is megkérdezte a tagállami szabályozó hatóságokat, hogy támogatnák-e a bekeverési arányok uniós szintű előírását. A választ a 6. ábra mutatja. Bár a kérdésben egyedül Magyarország adott elutasító választ, további hat tagállam (Írország, Spanyolország, Portugália,

Lettország, Lengyelország és Ausztria) csak részben támogatja az elképzelést, valamint három válaszdó ország (Észtország, Litvánia és Szlovákia) nem rendelkezik még kialakult állásponttal. Összességében a huszonhét európai uniós tagállamból egyelőre mindössze kilenc nyilatkozott támogatóan az elképzelésről, jellemzően azok (például Franciaország, Németország, Hollandia), ahol a bekeveréssel kapcsolatos fejlesztések előrehaladott állapotban vannak.

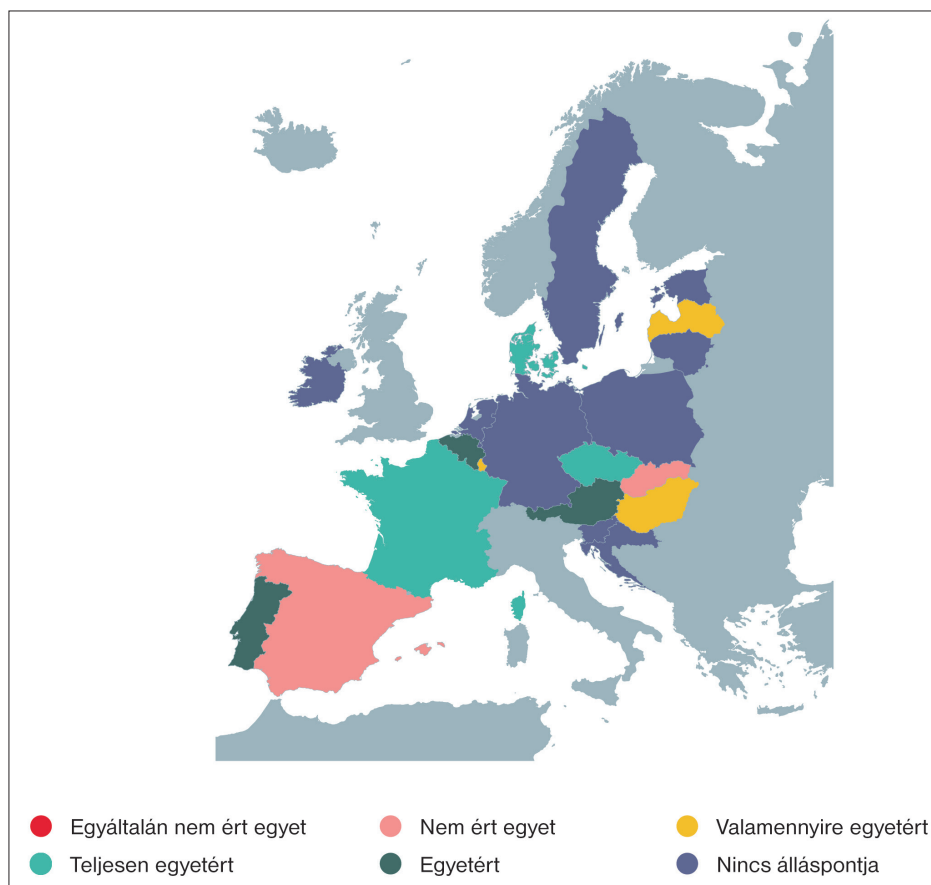
6. ábra: Az egyes országok szabályozó hatóságainak válasza arra a javaslatra, hogy a hidrogén bekeverési arányát európai uniós szinten kellene szabályozni¹⁸



¹⁸ Agency for the Cooperation of Energy Regulators 2020, saját szerkesztés.

Az ACER azt is megkérdezte a tagállamoktól, hogy támogatnának-e egy egységes uniós minimális kétszázalékos hidrogénbekeverési limitet, ami a közös szabályozás egy enyhébb formájának tekinthető. A választokat a 7. ábra mutatja be. Ez a kérdés jelentős mértékben megosztotta a tagállamokat. A minimális határ bevezetését ellenezte Spanyolország és Szlovákia, de támogatta Dánia, Csehország, Ausztria, Belgium, Franciaország és Portugália. A legtöbb válaszadónak jelenleg még nincsen kialakult álláspontra.

7. ábra. Az egyes országok szabályozó hatóságainak válasza arra a javaslatra, hogy a hidrogén bekeverési arányát európai uniós szinten egységesen legalább két százalékban kellene meghatározni¹⁹



¹⁹ Agency for the Cooperation of Energy Regulators 2020, saját szerkesztés.

kult álláspontja erről a kérdésről, idetartozik Hollandia, Németország és Lengyelország is. Az a felmérésből egyértelműen látszik, hogy bár a közös uniós bekeverési határ meghatározását többen támogatták, mint a javaslatként megfogalmazott minimális kétszázalékos limitet, egyik esetben sem beszélhetünk teljesen egységes és szilárd uniós álláspontról. Ráadásul a kétszázalékos limit kérdésében többen olyanok nem tudtak állást foglalni, akik egyébként a közös uniós limit meghatározását támogatták (például Németország, Hollandia, Csehország).

Az eredményekből levonható tanulság, hogy a bekeverés szempontjából előrehaladott állapotban lévő tagállamok támogatják az arány uniós szintű szabályozását, hiszen azzal lépéselőnybe kerülnének a felzárkózó országokkal szemben. Az egységes bekeverés bevezetése azt jelentené, hogy azok az országok, amelyek fejlett hidrogéninfrastruktúrával rendelkeznek, növelhetik gázexportjukat azoknak az országoknak a rovására, amelyeknek még időre van szükségük a kötelező kvóták teljesítéséhez szükséges eszközök fejlesztéséhez. Ezzel szemben az arányok tagállami szintű meghatározása mérsékelheti az előrehaladott országok versenyelőnyét. A minimális arányszám központi meghatározásában nem rajzolhatók fel ennyire egyértelmű törésvonalak, mert bár a szabályozás segítené az országok piacainak összekapcsolását, mérsékelné a teljes bekeverési arány uniós szintű meghatározásának esélyét. Magyarország a hidrogéninfrastruktúra kiépítése tekintetében a felzárkózó országok közé tartozik, ezért nem érdekelt a bekeverési arányok uniós szintű előírásában. Mivel azonban hazánk a régió országaihoz képest nincs lemaradásban, és az elmúlt időszakban jelentős hidrogénpiaci fejlesztésekbe kezdett, érdekelt lehet a minimális bekeverési arány közösségi szintű szabályozásában.

A jogkörökkel kapcsolatos másik fontos dilemmát a várhatóan a nagy forrásigényű hidrogéninfrastruktúra kiépítésének és működtetésének költségallokációs szabályainak meghatározása jelenti. Az Európai Hidrogénstratégiában egyértelműen megjelennek ösztönző és támogató irányvonalak, amelyeket főleg a technológia terjedésének kezdeti szakaszában tervez az unió alkalmazni. A Stratégia 2030-ig 24-42 milliárd euró közé becsüli az elektrolizálóba irányuló beruházások összegét, és 220-340 milliárd euróra teszi annak a 80-120 gigawattnyi szél- és naperőművi kapacitás telepítésének költségét, amely a berendezés működéséhez szükséges megújuló alapú villamos energiát elő tudja állítani. Ezeknek a hidrogéninfrastruktúra-elemeknek a kiépítését tervezi a Bizottság pénzügyi ösztönzőkkel segíteni. Az azonban jelenleg még nyitott kérdés – és erről a Stratégia sem ejt szót –, hogy különösen a kez-

deti időszakban a hidrogén termelése és felhasználása mekkora többletköltséget fog jelenteni például a földgázhoz viszonyítva, és ez mekkora tarifanyomást eredményez majd.

Az Európai Unió korábbi energiapiaci szabályozási csomagjai a tagállamokat a liberalizáció és a dereguláció irányába ösztönözték, ami markánsan megjelenik a tarifaképzéssel kapcsolatos elvárásokban is. A törekvések időről időre konfliktusba kerülnek a magyar tarifaszabályokkal, különösen a Rezsicsökkentési Programban érintett lakossági fogyasztók esetében, és ez a probléma várhatóan a hidrogénpiaci szabályok kialakításánál is felmerül majd. Mivel Magyarország számára az olcsó lakossági tarifák fenntartása kiemelt prioritású társadalmi célkitűzés, érdemes lehet a bizottsági szabályok megjelenése előtt megkezdeni azoknak az árképzési megoldásoknak a gazdasági és jogi vizsgálatát, amelyek anélkül tennék lehetővé a hazai hidrogéngazdaság fejlődését, hogy annak költségeit a lakosságra kellene terhelni. Ehhez pedig elengedhetetlenül szükséges, hogy Magyarország a tarifaképzési szabályozást képes legyen továbbra is tagállami hatáskörben tartani.

6. Összegzés

Jelen tanulmány három, a hidrogéngazdaság fejlődésével kapcsolatos, uniós szintű szabályozási dilemmát – a nukleáris energia figyelembevételét, a földgázhálózatba történő bekeverés lehetőségét, valamint az uniós és tagállami jogkörök közötti ütközést – vizsgált. A rendelkezésre álló előrejelzések szerint a hidrogén középtávon fontos szerepet tölt majd be az európai tagállamok energiarendszereiben, ráadásul az új technológia jelentős mértékben átalakíthatja az országok közötti gazdasági és geopolitikai viszonyrendszert, így Magyarországnak érdemes saját érdekeit markánsan képviselni az európai szabályok kialakításában.

A tanulmány főbb megállapításai és javaslati az alábbiak.

- A nukleárisenergia-alapú hidrogéntermelés környezetvédelmi teljesítménye nem marad el a megújuló alapú előállításától, ráadásul a technológia az Európai Unió számos tagállama számára megkerülhetetlen dekarbonizációs törekvéseik sikeres teljesítéséhez. Az európai hidrogénstratégia a nukleáris alapú termelést mégsem sorolja a „tisztá” kategóriák közé, ami akadályozza a technológiához kapcsolódó projektek támogatását. A közösség klímavédelmi céljainak elérése érdekében javasoljuk tehát, hogy Magyarország – a többi atomerőművel rendelkező

tagállammal közösen – lépjen fel azért, hogy az unió a nukleárisenergia-alapú hidrogéntermelést is a „tisztá” kategóriába sorolja.

- Európai szinten egyelőre eldöntetlen kérdés, hogy a közösség átmeneti technológiaként támogassa-e a hidrogén bekeverését a meglévő földgázhálózatba, vagy inkább azzal párhuzamos, kizárólag hidrogén-infrastruktúra építésébe kezdjen. A tagállamok adottságai közti különbségek, a meglévő földgázhálózatban jelentkező forrásigények és a tisztán hidrogénalapú infrastruktúra kiépítésének magas költségei miatt javasoljuk a bekeverés támogatását.
- Az európai hidrogénpiac kialakítása során több területen is felmerül a kérdés, hogy a szabályokat uniós vagy tagállami szinten érdemes-e kialakítani. Az előbbi pontban említett bekeverés engedélyezése esetén a bekeverési arányok uniós szintű meghatározásának elutasítását javasoljuk. Ezzel szemben a minimális bekeverési arány központi meghatározása előnyöket és hátrányokat egyaránt jelentene Magyarország számára, így érdemes ezt a jövőben alaposabban mérlegelni. Végül, a hidrogéngazdasági fejlesztések magas költségigénye okozta tarifanyomás új árképzési szabályok bevezetését indokolhatja. A tarifaképzés területén a jogkörök uniós szintre kerülése komoly kockázatot jelent Magyarország számára, így nem javasoljuk ennek elfogadását.

A tanulmány során ismertetett dilemmák jellemzően nemcsak Magyarország, de az egész régió és különösen a visegrádi országok számára is kulcsfontosságúak. Ráadásul a legtöbb fenti pontban nem azonosíthatók érdekütközések ezek között az országok között, így érdemes lehet megkezdeni a szorosabb együttműködést, mert az jelentősen növelheti a magyar (és így a visegrádi) érdekek érvényesítésének esélyeit az európai szintű diskurzusban.

Irodalom

Agency for the Cooperation of Energy Regulators 2020: *ACER Report on NRAs Survey – Hydrogen, Biomethane, and Related Network Adaptations.*

Európai Bizottság 2020: *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: Hidrogénstratégia a klímasemleges Európáért.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Innovációs és Technológiai Minisztérium 2021: *Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája.* <https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-nemzeti-hidrogenstrategiaja> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal 2020: *A magyar földgázrendszer 2019. évi adatai.* https://fgsz.hu/file/documents/1/1837/fgr_kiadvany_2019.pdf (letöltve: 2021. szeptember 5.).

Nemzetközi Energiaügynökség 2019. május: *Nuclear Power in a Clean Energy System.* <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Nemzetközi Energiaügynökség 2019. június: *The Future of Hydrogen.* <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Nemzetközi Energiaügynökség 2019. november: *World Energy Outlook 2019.* <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Nemzetközi Energiaügynökség 2020: *Energy Technology Perspectives 2020.* <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Nemzetközi Energiaügynökség 2021: *Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector.* <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Nemzetközi Energiaügynökség [é. n.]: <https://www.iea.org/countries> (letöltve: 2021. szeptember 5.).

Portfolio 2020: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20200912/oriasi-atomeromu-projektrel-szabadulna-lengyelorszag-a-szen-fogsagabol-448308> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

Statista 2021: <https://www.statista.com/statistics/1199339/global-hydrogen-production-and-consumption-by-sector/> (letöltve: 2021. szeptember 15.).

World Nuclear Association 2011: *Comparisn of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources*. http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/comparison_of_lifecycle.pdf (letöltve: 2021. szeptember 15.).