



Az Európai Unió
Tanácsa

Brüsszel, 2022. november 17.
(OR. en)

14916/22

ENER 605
CLIMA 610
RECH 604
COMPET 915
IND 483
TRANS 719
EMPL 435

FEDŐLAP

Küldi:	az Európai Bizottság főtitkára részéről Martine DEPREZ igazgató
Az átvétel dátuma:	2022. november 15.
Címzett:	Thérèse BLANCHET, az Európai Unió Tanácsának főtitkára
Biz. dok. sz.:	COM(2022) 643 final
Tárgy:	A BIZOTTSÁG JELENTÉSE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK ÉS A TANÁCSNAK Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén

Mellékelten továbbítjuk a delegációknak a COM(2022) 643 final számú dokumentumot.

Melléklet: COM(2022) 643 final



Brüsszel, 2022.11.15.
COM(2022) 643 final

A BIZOTTSÁG JELENTÉSE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK ÉS A TANÁCSNAK

Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
2.	Az EU tisztaenergia-ágazatának általános versenyképessége	3
2.1	A háttér ismertetése: a legújabb fejlemények	3
2.1.1.	<i>Energiaárak és -költségek: a legújabb tendenciák</i>	3
2.1.1.	<i>Globális erőforrás- és anyagellátási láncok: sebezhetőségek és zavarok</i>	6
2.1.2.	<i>A Covid19-világjárvány hatása és az azt követő helyreállítás</i>	8
2.1.3.	<i>Humán tőke és készségek</i>	10
2.2.	A kutatás és az innováció terén mutatkozó tendenciák	13
2.3.	Globális versenykörnyezet a tiszta energia terén	17
2.4.	Az EU innovációfinanszírozási környezete	19
2.5.	A rendszerszintű változás hatása	22
3.	Középpontban a kulcsfontosságú tisztaenergia-technológiák és -megoldások	23
3.1.	Fotovoltaikus napenergia	24
3.2.	Tengeri és szárazföldi szélenergia	26
3.3.	Építőipari felhasználásra szánt hőszivattyúk	28
3.4.	Akkumulátorok	30
3.5.	Megújuló hidrogéntermelés a víz elektrolízisével	33
3.6.	Megújuló üzemanyagok	35
3.7.	Intelligens energiagazdálkodási technológiák	38
3.8.	Az egyéb tisztaenergia-technológiákkal kapcsolatos főbb megállapítások	41
4.	Következtetés.....	44
I.	MELLÉKLET: Módszertani keret az EU versenyképességének értékeléséhez.....	47

1. BEVEZETÉS

Oroszország Ukrajnával szembeni önkényes, indokolatlan katonai agressziója jelentős zavarokhoz vezetett a világ energiarendszerében. Az események világossá tették, hogy az EU túlságosan függ az orosz fosszilis tüzelőanyagoktól, és hangsúlyosan rámutattak arra, hogy fokozni kell az uniós energiarendszer rezilienciáját, amelyet korábban már a Covid19-világjárvány okozta válság is kihívások elé állított¹. A minden korábbinál magasabb energiaárak és az EU-szerte fennálló ellátási hiányok kockázata még sürgetőbbé tette az európai zöld megállapodás² keretében megvalósuló zöld és digitális kettős átállás felgyorsítását, valamint a biztonságosabb, megfizethetőbb, reziliens és független energiarendszer biztosítását.

2022-ben meghatározó volt a REPowerEU terv³, amely a példátlan válságra adott uniós szakpolitikai válasz kulcsfontosságú eleme. A terv gyakorlatilag az orosz energiainporttól való uniós függőség mielőbbi fokozatos megszüntetésének menetrendje, amely az energiatakarékosságra, az energiaellátás diverzifikációjára és a megújuló energia elterjedésének felgyorsítására irányuló intézkedéseket tartalmaz.

Továbbá a „Gázmegtakarítás a téli ellátásbiztonságért” című közleményével⁴ a Bizottság tervet terjesztett elő az uniós gázfelhasználás 15 %-os csökkentésére jövő tavaszig. A Tanács két rendeletet fogadott el a földgáztárolásra, illetve az összehangolt gázkereslet-csökkentési intézkedésekre vonatkozóan⁵. 2022 szeptemberében a Tanács elfogadta a magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról szóló rendeletre irányuló bizottsági javaslatot⁶, hogy enyhítse az energiaárak uniós fogyasztókra gyakorolt hatását, egyúttal kezelje az uniós és globális energiapiacokon korábban soha nem látott mértékű ingadozást és bizonytalanságot. Ez a beavatkozás különösen magában foglalja a villamosenergia-felhasználás csökkentését, az inframarginális energiatermelés bevételeire vonatkozó felső határérték meghatározását, valamint a fosszilis tüzelőanyagokkal foglalkozó vállalatok ideiglenes, kötelező szolidaritási hozzájárulását.

A REPowerEU céljainak eléréséhez további 210 milliárd EUR összegű halmozott beruházásra lesz szükség a mostantól 2027-ig tartó időszakban a klímasemlegesség 2050-re való eléréséhez szükséges beruházásokon felül⁷. Ez a beruházás támogatni fogja a tisztaenergia-technológiák (például fotovoltai napenergia, szélenergia, hőszivattyúk, energiatakarékos technológiák, biometán és megújuló hidrogén) elterjedésének számottevő bővítését és felgyorsítását, ami kritikus fontosságú a jelenlegi, energetikai és éghajlati szempontból is sürgető helyzet kezeléséhez. A kapcsolódó technológiai és nem technológiai kihívások leküzdéséhez erős és versenyképes uniós tisztaenergia-ágazatra is szükség lesz.

¹ COM(2021) 952 final és SWD(2021) 307 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

² COM(2019) 640 final („Az európai zöld megállapodás”).

³ COM(2022) 230 final („REPowerEU terv”).

⁴ COM(2022) 360 final („Gázmegtakarítás a téli ellátásbiztonságért”).

⁵ HL L 173., 2022.6.30., 17. o.: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/1032 rendelete (2022. június 29.) az (EU) 2017/1938 és a 715/2009/EK rendeletnek a földgáztárolás tekintetében történő módosításáról; HL L 206., 2022.8.8., 1. o.: A Tanács (EU) 2022/1369 rendelete (2022. augusztus 5.) a koordinált gázkereslet-csökkentési intézkedésekről.

⁶ COM(2022) 473 final („A magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról szóló tanácsi rendeletre irányuló javaslat”).

⁷ COM(2021) 557 final („Az (EU) 2018/2001 irányelvnek, az (EU) 2018/1999 rendeletnek és a 98/70/EK irányelvnek a megújuló energia előmozdítása tekintetében történő módosítása”).

A REPowerEU terv megerősítette az európai zöld megállapodás hosszú távú céljának (a klímasemlegesség 2050-ig való megvalósítása az EU-ban) elérése és a 2021 júliusában bemutatott „Irány az 55 %!” intézkedéscsomag teljes körű végrehajtása iránti elkötelezettségét⁸. Az európai zöld megállapodás célkitűzéseinek eléréséhez az EU-nak innovatív energiahatékonysági és megújuló energiát hasznosító megoldásokat kell kidolgoznia, bevezetnie és továbbfejlesztenie. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátás 2050-re várható csökkentésének fele olyan technológiákat igényel, amelyek jelenleg még nem piacérettek⁹, ezért a kutatási és innovációs (K+I) tevékenységek kulcsfontosságú szerepet játszanak az EU technológiai szuverenitásának és globális versenyképességének fokozásában.

Ennek keretében és a korábbi kiadásokkal összhangban ez a versenyképességre vonatkozó, harmadik éves eredményjelentés¹⁰ bemutatja a különböző tiszta és alacsony szén-dioxid-kibocsátással járó energetikai technológiák és megoldások jelenlegi és várható helyzetét¹¹. Emellett feltérképezi az uniós tiszta energiarendszer egészének kutatási, innovációs és versenyképességi vonatkozásait¹².

A 2021. évi kiadás fontos volt a Covid19-világjárvány utáni gazdasági fellendülés értékelése szempontjából, mivel rávilágított arra, hogy a versenyképesség javulása hogyan mérsékelheti a világjárvány gazdasági és társadalmi hatásait rövid és középtávon.

Az ideai jelentésnek figyelembe kell vennie az EU tisztaenergia-technológiák fokozottabb elterjedésére irányuló sürgetését, valamint az energiaválság által az ágazatra gyakorolt hatást. Mindezek fényében e jelentés a rendelkezésre álló adatokra épít, hogy betekintést nyújtson azokba a lehetőségekbe, amelyekkel a stratégiai energiaértékláncokban meg lehet erősíteni az uniós versenyképességet, és egyúttal fokozni az EU tisztaenergia-technológiáinak térnyerését. A folyamatos, gyorsan bekövetkező geopolitikai, energetikai és éghajlati fejlemények ugyanakkor azzal járnak, hogy a legfrissebb mennyiségi adatok sem mindig képesek megfelelően tükrözni a példátlan helyzetet. Ezért e jelentés a 2021 végéig elért előrehaladásra összpontosít, az addig rendelkezésre álló konszolidált adatokra építve. Ha rendelkezésre állnak ennél frissebb adatok és azok megbízhatóak, azt külön jelezzük. Ezek azonban szűkösen elérhetőek, ezért még nem képesek teljes mértékben tükrözni a jelenlegi energiaválságnak a tisztaenergia-technológiák versenyképességére gyakorolt hatását. Lehetőség szerint és a tisztaenergia-ágazat előtt álló közelmúltbeli kihívások és e kihívások

⁸ COM(2021) 550 final („Irány az 55 %!»: az EU 2030-ra vonatkozó éghajlat-politikai célkitűzésének megvalósítása a klímasemlegesség elérése érdekében”).

⁹ Európai Bizottság, Kutatási és Innovációs Főigazgatóság, *Research and innovation to REPower the EU* (Kutatás és innováció az EU energetikai helyzetének átalakítása érdekében), Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/74947>

¹⁰ A Bizottság jelentése az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak – *Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén* (első kiadás: COM(2020) 953 final; második kiadás: COM(2021) 952 final).

¹¹ Ezek közé tartoznak a következők: Fotovoltaikus napenergia, tengeri és szárazföldi szélenergia, hőszivattyúk épületekhez, akkumulátorok, megújuló hidrogéntermelés vízelektrolízissel, megújuló üzemanyagok, intelligens energiagazdálkodási technológiák, vízenergia, óceánenergia, geotermikus energia, szén-dioxid-leválasztás, -hasznosítás és -tárolás (CCUS), bioenergia, koncentrált napenergia és -hő (CSP), atomenergia.

¹² Ebben a jelentésben a tisztaenergia-rendszer három piaci szegmenst fed le:

1. megújuló energia, beleértve a gyártást, telepítést és termelést;
2. energiahatékonysági és -gazdálkodási rendszerek, amelyek olyan technológiákat és tevékenységeket foglalnak magukban, mint az intelligens fogyasztásmérők, az intelligens hálózatok, az energiatárolás és az épületek felújítása; valamint
3. elektromos mobilitás, amely magában foglalja az elektromos járművekhez és a töltési infrastruktúrákhoz nélkülözhetetlen alkatrészeket, például akkumulátorokat és üzemanyagcellákat.

ágazatra gyakorolt hatásainak figyelembevétele érdekében az elemzés a már nyilvánvaló következményekre és a 2022. évre vonatkozó minőségi értékelésekre épít; a teljes hatás azonban csak a jövő évi eredményjelentésben lesz értékelhető.

A versenyképesség összetett és sokrétű fogalom, amelyet nem lehet egyetlen mutatóval meghatározni¹³. E jelentés ezért az EU tisztaenergia-rendszere egészének (2. szakasz), valamint konkrét tisztaenergia-technológiák és -megoldások (3. szakasz) versenyképességét értékeli egy meghatározott mutatórendszer segítségével (I. melléklet). Az idei évtől kezdve a Bizottsághoz tartozó Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont, CETO) végzi a jelentést alátámasztó mélyreható, kutatási eredményeken alapuló elemzést¹⁴.

E jelentés közzétételére az energiaunió és az éghajlat-politika irányításáról szóló rendelet¹⁵ 35. cikke (1) bekezdése m) pontjának megfelelően kerül sor, és az energiaunió helyzetéről szóló jelentést kíséri¹⁶.

2. AZ EU TISZTAENERGIA-ÁGAZATÁNAK ÁLTALÁNOS VERSENYKÉPESSÉGE

2.1 A háttér ismertetése: a legújabb fejlemények

2.1.1. Energiaárak és -költségek: a legújabb tendenciák

Amint azt a versenyképességre vonatkozó korábbi eredményjelentések is megállapították, az ipari villamos energia és gáz árai az elmúlt évtizedben magasabbak voltak az EU-ban, mint a legtöbb Unión kívüli G20-országban. Ukrajna indokolatlan, önkényes orosz megszállása tovább növelte a 2021-ben már amúgy is rekordmagasságban lévő árakat az EU-ban és a világ számos más régiójában. A nagykereskedelmi gázárak Európában 2022 első negyedében ötször magasabbak voltak, mint egy évvel korábban, és 2022 augusztusában történelmi csúcsot értek el, majd ezután visszaestek egy alacsonyabb szintre. Mivel az európai piacokon gyakran a gázerőművek határozzák meg az árakat, ez hasonló tendenciát eredményezett a nagykereskedelmi villamosenergia-árak tekintetében¹⁷. Az energiaárak egyes – különösen az energiaigényes – ágazatok gyártási költségeit is befolyásolták. A nyersanyagok ára szintén emelkedett. Az energiaárakról és -költségekről szóló ötödik jelentésben¹⁸, amelynek elfogadása 2022 végén esedékes, szerepelnek frissített mennyiségi adatok és elemzés.

Az EU és a tagállamok 2021 óta már számos intézkedést hoztak a magas energiaárak hatásának mérséklésére¹⁹. A Tanács által 2022 szeptemberében elfogadott, a magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról szóló rendeletjavaslat tartalmaz

¹³ A Versenyképességi Tanács 2020. július 28-i következtetése alapján.

¹⁴ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

¹⁵ HL L 328., 2018.12.21., 1. o.: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/1999 rendelete (2018. december 11.) az energiaunió és az éghajlat-politika irányításáról.

¹⁶ COM(2022) 547 final („Az energiaunió helyzete, 2022”).

¹⁷ Európai Bizottság, Energiaügyi Főigazgatóság, Energiapiaci Megfigyelőközpont, *Negyedéves jelentés az európai gázpiacokról*, 15. kötet.

¹⁸ Korábbi, 2020. évi kiadás: COM(2020) 951 final („Az energiaárak és -költségek Európában”).

¹⁹ Az intézkedések magukban foglalják a COM(2021) 660 final bizottsági közleményt („Az emelkedő energiaárak kezelése: a cselekvés és a támogatás eszköztára”), valamint a COM(2022) 138 final közleményt („Ellátásbiztonság és megfizethető energia”).

olyan eszközöket, amelyek segítségével mintegy 4 %-kal csökkenthető a gáz villamosenergia-termelésre való felhasználása a tél folyamán, csökkentve ezzel az árakra nehezedő nyomást, valamint egy arra irányuló javaslatot, hogy több mint 140 milliárd EUR összeget teremtsenek elő a tagállamok számára, ezzel segítve őket a magas energiaárak fogyasztókra gyakorolt hatásának enyhítésében²⁰.

Bár ez a tendencia továbbra is vegyes hatást gyakorol a tisztaenergia-technológiák értékláncára, azok versenyképességének javulását jelezheti, mindenekelőtt a nem megújuló alternatívákhoz viszonyítva²¹. Például a napelemes berendezésekkel történő villamosáram-termelés már most is a legolcsóbb energiatermelési forrás egyre több országban. A megújuló hidrogénnek a víz elektrolízisével történő előállítása során azonban a villamos energia költsége az egyik fő tényező, amely hatással van az elektrolizátorok gazdasági életképességére.

Az 1. ábra részletesebb betekintést enged a tisztaenergia-technológiák költségeibe. Pillanatképet ad a 2021. évi fajlagos energiatermelési költségre (LCOE) vonatkozó számításokról számos reprezentatív feltétel²² esetében szerte az EU-ban. Az eredmények azt mutatják, hogy az alacsony változó költséggel (beleértve a változó működési és üzemanyagköltségeket is) rendelkező technológiai flották rendkívül versenyképesek voltak a költségek tekintetében 2021-ben. Ez a megállapítás a legmegbízhatóbb a nap- és szélenergiával működő villamosenergia-termelés esetében, amelynek a fajlagos energiatermelési költsége a 40–60 EUR/MWh közötti tartományban van. Ezenkívül úgy tűnik, hogy a kombinált ciklusú gázturbina flotta 2021-ben átlagosan versenyképesebb volt, mint a széntüzelésű erőművek. 2021 első három negyedében a kombinált ciklusú gázturbinák részesültek a kedvezményes elosztás előnyeiből, míg az energiahordozó-váltás csak 2021 negyedik negyedében vált fontossá. Ez lényegesen magasabb kapacitási tényezőt tett lehetővé a kombinált ciklusú gázturbinák számára 2021-ben²³. 2022 első negyedében – a szén-dioxid-árak emelkedése ellenére – a gázárak emelkedése továbbra is támogatta a gáztól szénre való átállást. A 2022 második negyedének elején tapasztalt magas szénárak azonban elkezdtek csökkenteni a különbséget, és egyes tagállamok közelmúltbeli bejelentései, miszerint ideiglenesen fokozzák a széntüzelésű erőművek használatát, olyan várakozásokhoz vezettek, hogy a szénárak tovább fognak nőni a következő hónapokban.

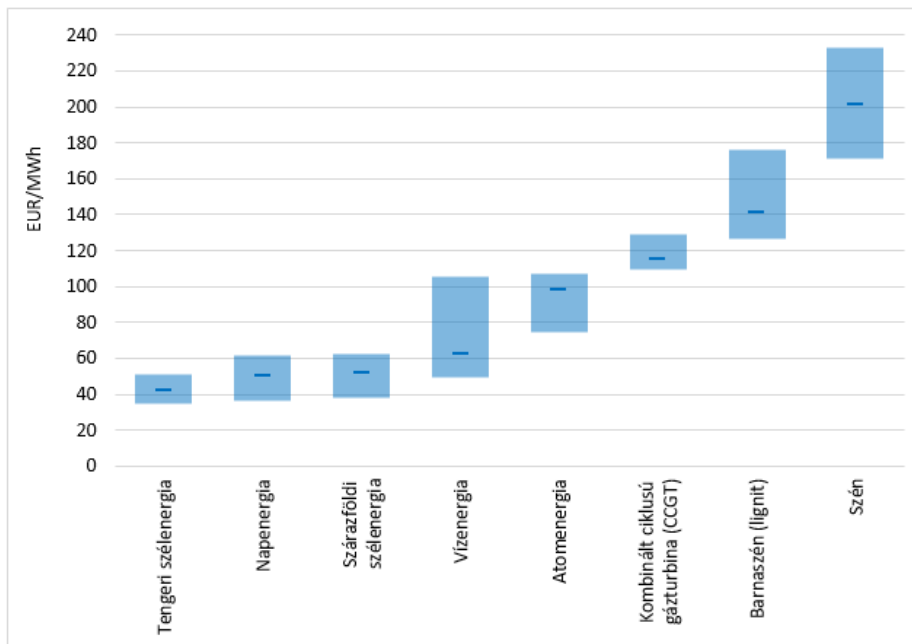
²⁰ COM(2022) 473 final („A magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról szóló tanácsi rendeletre irányuló javaslat”).

²¹ Nemzetközi Megújulóenergia-ügynökség (IRENA), [World Energy Transitions Outlook 2022: 1,5 °C-os célkitűzés](#), Abu Dhabi.

²² Az adatpontokat az első és a harmadik kvartilis közötti interkvartilis tartományra vonatkozóan tüntetjük fel a kiugró értékek szűrése érdekében.

²³ A modellezett kapacitási tényezők bizonyos mértékig túlbecsülhetik a tényleges energiahordozó-váltást, és így a kapacitási tényezők közötti különbségeket (lásd: Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. és Koolen, D., [Simulating the electricity price hike in 2021](#) [A villamosenergia-árak 2021. évi emelkedésének szimulációja], 2.1. pont, JRC127862, EUR 30965 EN, az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022).

I. ábra: A technológiai flottától függő 2021. évi fajlagos energiatermelési költségek pillanatképe. A világoskék oszlopok azt mutatják, hogy az értékek milyen tartományban mozogtak a 27 tagú EU-ban. A vastag kék vonal a mediánt jelöli



Forrás: Közös Kutatóközpont, METIS-moddellel végzett szimuláció, 2022²⁴

A nagyon magas energiaárak számottevő pénzügyi nyereséget hoztak az alacsonyabb határköltséggel rendelkező (például a szél- és napenergia-ágazatban működő) villamosenergia-termelők számára. A Bizottság ezért rendeletjavaslatot terjesztett elő a magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról²⁵, amelyről az Energiaügyi Tanács szeptember 30-i rendkívüli ülésén politikai megállapodás született. Ez a rendelet tartalmazza az inframarginális technológiákból származó bevételek ideiglenes maximalizálását és újraelosztását az energiafogyasztók és általában a társadalom nehézségeinek enyhítése érdekében. Tartalmaz továbbá egy kötelező, ideiglenes szolidaritási hozzájárulást, amely a kőolaj-, földgáz-, szén- és finomítói ágazatban tevékenykedő vállalkozásoknak az előző évekhez képest jelentősen megnövekedett nyeresége után fizetendő. A jelenlegi energiaválság/fosszilizüzelőanyag-válság egy újabb emlékeztető arra, hogy paradigmaváltásra van szükség a jövőbeli stabilitás biztosítása érdekében.

A REPowerEU terv a megújuló energiaforrások használatának bővítését és felgyorsítását szorgalmazza az energiatermelés, az ipar, az épületek és a közlekedés területén – nemcsak az EU energiafüggetlenségének gyorsabb elérése és a zöld átállás ösztönzése érdekében, hanem a villamosenergia-felhasználás és a fosszilis tüzelőanyagok behozatalának idővel való csökkentése érdekében is²⁶. Az intézkedések magukban foglalják a megújuló energiaforrások ösztönzését, amihez a célnak megfelelő villamosenergia-infrastruktúrára lesz szükség. A

²⁴ JRC127862, Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. és Koolen, D., Simulating the electricity price hike in 2021 (A villamosenergia-árak 2021. évi emelkedésének szimulációja), EUR 30965 EN, az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022.

²⁵ COM(2022) 473 final („A magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról szóló tanácsi rendeletre irányuló javaslat”).

²⁶ Lásd: COM(2022) 230 final („REPowerEU terv”), 6. oldal, 3. szakasz.

REPowerEU célkitűzéseinek elérése érdekében a megújuló energia terjesztését energiatakarékossági és -hatékonysági intézkedésekkel kell kombinálni²⁷.

2.1.1. Globális erőforrás- és anyagellátási láncok: sebezhetőségek és zavarok

A meglévő ellátási láncok – és különösen a földgázellátás – megbízhatóságával kapcsolatos aggodalmakkal együttesen mind a Covid19-világjárvány, mind a jelenlegi geopolitikai helyzet zavarokhoz vezetett egyes globális anyag- és erőforrás-ellátási láncban, és ezért hatással volt a tisztaenergia-ágazatra. Az EU nagymértékben támaszkodik a harmadik országbeli ellátási forrásokra, és a zöld és digitális kettős átállás alapját a nyersanyagokhoz való hozzáférés fogja adni. A globális anyag- és erőforrás-ellátási láncok közelmúltbeli tendenciái rávilágítottak arra, hogy sürgősen meg kell erősíteni az EU rezilienciáját és energiaellátásának biztonságát az anyag- és erőforrás-függetlenség, valamint a technológiai szuverenitás révén.

Az anyagok elérhetősége és az ellátási láncok rezilienciája a REPowerEU célkitűzései megvalósításának előfeltétele, mivel a tiszta technológiák iránti megnövekedett kereslet együtt jár az erőforrások (például fémek és ásványok) iránti nagyobb kereslettel. A nagymértékben importált nyersanyagokra vagy ezeket tartalmazó alkatrészekre támaszkodó technológiák közé tartozik a szélenergia (állandó mágnesek, ritkaföldfémek), a napenergia (ezüst, germánium, gallium, indium, kadmium, szilíciumfém), valamint az akkumulátorok ágazata (kobalt, lítium, grafit, mangán, nikkel)²⁸. A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) előrejelzése szerint a bejelentett megújulóenergia-projekteknek köszönhetően az ásványok iránti teljes globális kereslet 2040-re várhatóan megduplázódik, sőt akár megnégyszereződhet²⁹.

A nyersanyagárak meredek emelkedése hatással van a tisztaenergia-technológiák költségeire. Az e technológiákhoz szükséges nyersanyagok, például a lítium és a kobalt ára 2021-ben több mint kétszeresére nőtt, míg a réz és az alumínium ára mintegy 25–40 %-kal emelkedett³⁰. Ugyanebben az évben a szélturbinák és napelemmodulok költségcsökkentésének évtizedes tendenciája megfordult: 2020-hoz képest az árak 9, illetve 16 százalékkal emelkedett. Az akkumulátoregységek legalább 15 %-kal drágábbak lesznek 2022-ben, mint 2021-ben³¹.

Az új kihívás az, hogy a fosszilis tüzelőanyagoktól való függést ne váltsa fel az importált nyersanyagoktól, valamint az azok feldolgozásához és az alkatrészek gyártásához szükséges technológiai szakértelemtől való függés. Kína például szinte monopóliummal rendelkezik a tisztaenergia-technológiák szempontjából kulcsfontosságú ritkaföldfémek bányászatában és feldolgozásában, valamint erős piaci pozícióval rendelkezik azok termelési láncában.

²⁷ COM(2022) 360 final („Gázmeztakarítás a téli ellátásbiztonságért”).

²⁸ Európai Bizottság, *Critical raw materials for strategic technologies and sectors in the EU – a foresight study* (Az EU stratégiai technológiai és ágazatai számára kritikus nyersanyagok – előrejelző tanulmány), 2020, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>

²⁹ IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (A kritikus ásványok szerepe a tiszta energiára való átállásban), 2022 májusában felülvizsgált változat.

³⁰ Kim, T., *Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies* (A kritikus ásványok a tisztaenergia-technológiák költségcsökkenésének évtizedes tendenciáját fenyegetik), az IEA weboldala, 2022. május.

³¹ IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (A kritikus ásványok szerepe a tiszta energiára való átállásban), 2022 májusában felülvizsgált változat.

Az erőforrás-függőséggel kapcsolatos kihívás három részből tevődik össze. Először is, az EU-nak erősödő versennyel kell szembenéznie a kritikus fontosságú nyersanyagokhoz való hozzáférés terén, mivel más országok is fokozzák saját erőfeszítéseiket kapacitásaik kiépítése érdekében és előfordulhat, hogy kivitelüket korlátozzák. Az uniós jegyzékben szereplő 30 kritikus fontosságú nyersanyag³² felét 80 %-ot meghaladó mennyiségben importálják, ami különösen akkor aggasztó, ha a kínálat nagyon kevés országban összpontosul.

Másodszor a körforgásos gazdaság és az újrafeldolgozási arányok terén elért jelentős előrelépés ellenére (egyes fémek több mint 50 %-át³³ mára újrafeldolgozzák, ami felhasználásuk több mint 25 %-át fedezi³⁴), a másodlagos nyersanyagok önmagukban nem lesznek elegendők a számottevő – és tovább növekvő – kereslet kielégítésére. A másodlagos nyersanyagok további kihívásokat is jelentenek (például egyes anyagok magasabb újrafeldolgozási költségei, műszaki megvalósíthatóság és az élettartamuk végén lévő egységek elégtelen elérhetősége). Azonban az újrahasznosítás gazdaságossága javulni fog az elsődleges forrásból származó anyagok költségeinek és a rendelkezésre álló, élettartamuk végén lévő egységek mennyiségének növekedésével párhuzamosan. A másodlagos nyersanyagok ezért 2030 után fontos ellátási forrást jelentenek majd – feltéve, hogy a szükséges beruházások már most elkezdődnek. Az innovatív újrafeldolgozásra való tervezés is nagyon fontos.

Harmadszor, fennáll annak az elméleti lehetősége, hogy Európa 2030-ig felmerülő szükségleteinek 5–55 %-át úgy elégítsék ki, hogy Európa területén nyernek ki nyersanyagokat a talajból³⁵. A belföldi bányászati kapacitásfejlesztés előmozdítása azonban akadályokba ütközik a hosszadalmas engedélyezési eljárások, a környezetvédelmi aggályok, az elégtelen finomítói kapacitás, valamint a szakképzett munkaerő és a szakértelem hiánya miatt. Az akkumulátorokról szóló új rendeletjavaslat³⁶ példa egy olyan kiemelt kezdeményezésre, amely segíteni fog Európának vezető szerepet betölteni az akkumulátorok körforgásos gazdaságában – a fenntartható bányásztól kezdve az újrahasznosításig.

Az olyan erőforrások szűkössége, mint a föld és a víz – legyen szó akár nap-, szél- vagy bioenergia-létesítmények telepítéséről, akár a víz elektrolíziséről megújuló hidrogén előállításához – korlátozhatja a tisztaenergia-technológiák kívánt szintű további alkalmazását az EU-ban. A területek sokrétű felhasználásának elősegítése, például agrofotovoltaikus rendszerek révén (amelyek ötvözik a mezőgazdaságot és a fotovoltaikus napenergia-termelést), valamint a tengeri területrendezési tervekben egyidejű tevékenységekre (például halászatra és tengeri megújuló energia előállítására) alkalmas helyszínek kijelölése segíthet

³² COM(2020) 474 final, *Reziliencia a kritikus fontosságú nyersanyagok terén: A nagyobb biztonsághoz és fenntarthatósághoz vezető út feltérképezése*.

³³ Vas, cink vagy platina.

³⁴ Európai Bizottság, Energiaügyi Főigazgatóság: Guevara Opinska, L., Gérard, F., Hoogland, O., *et al.*, *Study on the resilience of critical supply chains for energy security and clean energy transition during and after the COVID-19 crisis (Tanulmány az energiabiztonság és a tiszta energiára való átállás szempontjából kritikus ellátási láncok rezilienciájáról a Covid19-válság alatt és után): zárójelentés*, az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/946002>

³⁵ KU Leuven, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge* (Fémekkel a tiszta energiáért: Európa nyersanyagokhoz kapcsolódó kihívásának lehetséges megoldásai), 2022.

³⁶ COM(2020) 798 final („Az Európai Parlament és a Tanács rendelete az elemekről és a hulladékelemekről, a 2006/66/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről és az (EU) 2019/1020 rendelet módosításáról”).

leküzdeni ezeket a korlátokat. Ugyanakkor rendkívül fontos, hogy a tagállamok figyelembe vegyék a víz rendelkezésre állását az energiaszerkezet tervezésekor.

Egy hatékony megközelítés alkalmazása a tisztaenergia-technológiák előállításához szükséges nyersanyagok behozatalától való uniós függőség terén kulcsfontosságú lesz az ágazat jövőbeli versenyképességének biztosításához (a költségek, a technológiai szuverenitás és az ellenálló képesség tekintetében), valamint a zöld és a digitális kettős átmenet célkitűzésének megvalósításához. A Bizottság 2020-ban cselekvési tervet tett közzé³⁷ az ellátással kapcsolatos kockázat mérséklése érdekében. Ebben szerepeltek az EU-n kívüli beszerzés diverzifikálására irányuló intézkedések (például stratégiai nyersanyag-partnerségek révén); a körforgásos gazdaság előmozdítása (például környezetbarát tervezés, K+I, illetve a kritikus fontosságú nyersanyagok elérhetőségének feltérképezése a városi „hulladékbányákban” vagy a bányameddőkből); valamint a belföldi potenciál kibontakoztatásának elősegítése (például Föld-megfigyelési technológia alkalmazásával). Az ellátás biztosítása mellett az EU-nak stratégiai tartalékokat is képeznie kell azokon a területeken, ahol az ellátás veszélyben van. Az Európai Bizottság elnöke ezért az Unió helyzetéről szóló 2022. szeptember 14-i beszédében bejelentette a kritikus fontosságú nyersanyagokról szóló európai törvényt.

2.1.2. A Covid19-világjárvány hatása és az azt követő helyreállítás

A Covid19-világjárvány vegyes gazdasági hatása 2020 és 2021 között komoly fenyegetést jelentett az EU tisztaenergia-ágazatára nézve.

Egyrészt a 2020-as 163 milliárd EUR forgalom és a 70 milliárd EUR bruttó hozzáadott érték (GVA) mellett az EU megújulóenergia-ágazata 9, illetve 8 %-kal nőtt a 2019-es adatokhoz képest. Összességében körülbelül négyszer több hozzáadott értéket termelt a forgalom egy eurójára vetítve³⁸, mint a fossziliztüzelőanyag-ágazat, és közel 70 %-kal többet, mint az EU teljes feldolgozóipari ágazata³⁹. Ez az arány azonban enyhén romlott 2020-ban, ami a szivárgás növekedésére utal (például import formájában).

2021-ben az EU-ban a legtöbb tisztaenergia-technológia és -megoldás előállítása⁴⁰ jelentősen nőtt, megfordítva a 2020-ban tapasztalt tendenciát. Az uniós akkumulátorgyártás rekordévet zárt: a termelési érték megnégyszereződött a 2020-as értékekhez képest, mivel több kapacitás aktiválódott. 2021-ben 30 %-kal nőtt a hőszivattyús, szél- és fotovoltaiikus napenergia-termelés (a hőszivattyúk rekordévet zártak; a szélenergia visszatért a pandémia előtti szintre; a napenergia megfordította a 2011 óta tapasztalt csökkenő tendenciát). A bioüzemanyagok, elsősorban a biodízel termelése 40 %-kal jelentősen nőtt és szélesebb körben elterjedt a tagállamokban, míg a bioenergia (például pellet, keményítőmaradvány és faapríték) termelése

³⁷ COM(2020) 474 final („Reziliencia a kritikus fontosságú nyersanyagok terén: A nagyobb biztonsághoz és fenntarthatósághoz vezető út feltérképezése”).

³⁸ A fossziliztüzelőanyag-ágazat bruttó hozzáadott értéke a forgalom egy eurójára vetítve kevesebb, mint 0,10 EUR (vállalkozások szerkezeti statisztikái, Eurostat).

³⁹ Az uniós feldolgozóiparban (NACE C) a bruttó hozzáadott érték forgalomhoz viszonyított aránya körülbelül 0,25 EUR (Eurostat SBS_NA_IND_R2 adat).

⁴⁰ Ez a pénzben (EUR) kifejezett termelési értékre vonatkozik.

5 %-kal emelkedett. A hidrogéntermelés⁴¹ közel 50 %-kal nőtt, mivel Hollandia több mint megkétszerezte termelését 2021-ben.

A 2021-ben megindult egyidejű áremelkedés azonban túlságosan pozitív képet adhat a termelés növekedéséről. Ezenkívül egyes technológiák esetében megnövekedett a behozatal, hogy ki lehessen elégíteni a növekvő uniós keresletet. Például 2021 volt az uniós kereskedelmi mérleghiány legnagyobb relatív növekedésének éve a hőszivattyúk esetében (390 millió EUR 2021-ben, szemben a 2020-as 40 millió EUR-val, és 2020 volt az első év, amikor az EU kereskedelmi többlete hiányba fordult át), ezt követték a bioüzemanyagok (2,3 milliárd EUR 2021-ben; 1,4 milliárd EUR 2020-ban) és a napelemek (9,2 milliárd EUR 2021-ben; 6,1 milliárd EUR 2020-ban). Mindazonáltal az EU kereskedelmi mérlege pozitív maradt a szélenergia-technológia (2,6 milliárd EUR 2021-ben; 2 milliárd EUR 2020-ban) és a vízenergia-technológia terén, a 2015 óta megfigyelhető csökkenő tendencia ellenére (211 millió EUR 2021-ben; 232 millió EUR 2020-ban).

Az EU gazdaságélénkítő politikái, úgymint a NextGenerationEU-n belül létrehozott Helyreállítási és Rezilienciaépítési Eszköz⁴², kulcsfontosságú hajtóerőt jelentenek a tisztaenergia-ágazatba történő beruházások ösztönzésében és súlypontjainak áthelyezésében. 2022 októberében a Tanács megállapodásra jutott⁴³ az Európai Bizottság javaslatáról⁴⁴, hogy illesszenek be a tagállamok helyreállítási és ellenálló képességi terveibe egy külön REPowerEU-fejezetet az olyan kulcsfontosságú beruházások és reformok finanszírozása érdekében, amelyek elősegítik a REPowerEU célkitűzéseinek elérését⁴⁵.

A tagállamok által a helyreállítási és rezilienciaépítési terveiben javasolt reformok és beruházások eddig meghaladták mind az éghajlat-változás kezelésére, mind pedig a digitális átállásra előirányzott kiadásokat (a helyreállítási és rezilienciaépítési tervek kiadásainak legalább 37 %-a, illetve 20 %-a)⁴⁶. A Bizottság által 2022. szeptember 8-ig jóváhagyott 26⁴⁷ helyreállítási és rezilienciaépítési tervben körülbelül 200 milliárd EUR értékben szerepelnek az éghajlatváltozás kezelését és 128 milliárd EUR értékben a digitális átalakulást célzó intézkedések⁴⁸, amely az e tagállamokra (támogatások és kölcsönök formájában) jutó összes költségvetési juttatás 40 %-át, illetve 26 %-át teszi ki.

⁴¹ Ez magában foglalja az összes hidrogént, függetlenül az előállítás módjától.

⁴² COM(2020) 456 final („Európa nagy pillanata: Helyreállítás és felkészülés – a jövő generációért”).

⁴³ <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2022/10/04/repowereu-council-agrees-its-position/>

⁴⁴ COM(2022) 231 final („Javaslat – az Európai Parlament és a Tanács rendelete az (EU) 2021/241 rendeletnek a helyreállítási és rezilienciaépítési tervekbe beillesztendő REPowerEU-fejezet tekintetében történő módosításáról, valamint az (EU) 2021/1060 rendelet, az (EU) 2021/2115 rendelet, a 2003/87/EK irányelv és az (EU) 2015/1814 határozat módosításáról”).

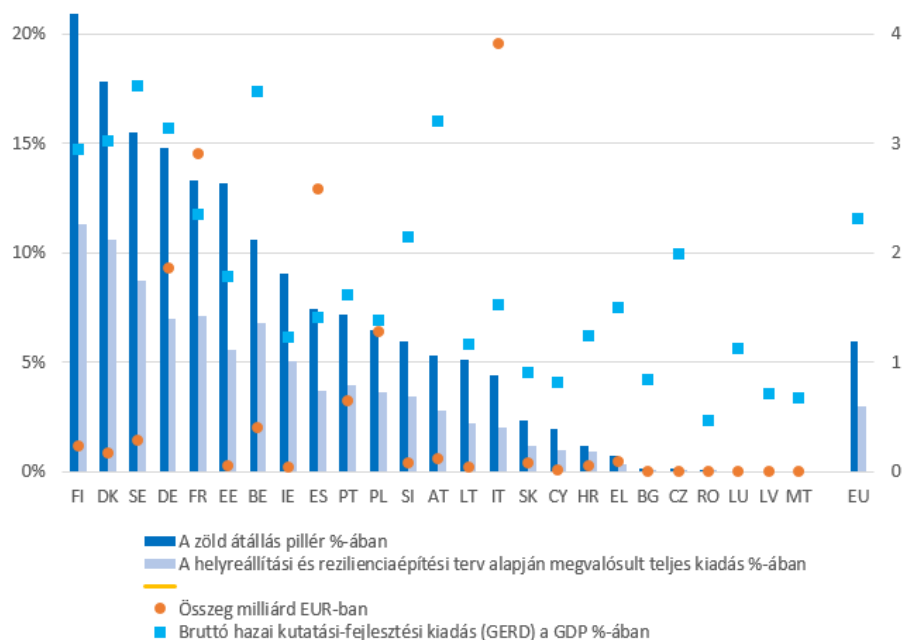
⁴⁵ A javaslat további uniós költségvetési átcsoportosításokat tartalmaz a Helyreállítási és Rezilienciaépítési Eszköz keretében még elérhető 225 milliárd EUR összegű kölcsönök kiegészítésére, és felszólít az Eszköz rendelkezésére álló források növelésére. Az Európai Bizottság kétoldalú megbeszéléseket kezdeményezett a tagállamokkal, hogy azonosítsák azokat a reformokat és beruházásokat, amelyek potenciálisan támogathatók lehetnek az új REPowerEU-fejezetek alapján. Az uniós finanszírozás kiegészíti az egyéb rendelkezésre álló köz- és magánfinanszírozást, amelyek kulcsszerepet fognak játszani a REPowerEU számára szükséges beruházások megvalósításában.

⁴⁶ A helyreállítási és rezilienciaépítési tervek végrehajtásának előrehaladása élőben követhető a helyreállítási és rezilienciaépítési eredménytáblán, egy online platformon, amelyet a Bizottság 2021 decemberében hozott létre.

⁴⁷ AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HR, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK.

⁴⁸ A helyreállítási és rezilienciaépítési tervekben meg kellett határozni és meg kellett indokolni, hogy az egyes intézkedések milyen mértékben járulnak hozzá az éghajlat-politikai célkitűzéshez: teljesen (100 %), részben (40 %) vagy egyáltalán nem (0 %). Az éghajlat-politikai célkitűzéshez való hozzájárulás a Helyreállítási és Rezilienciaépítési Eszközzel szemben szóval VI. melléklete alapján került kiszámításra. Az együtthatók és az egyes intézkedések becsült

2. ábra: A helyreállítási és rezilienciaépítési tervekben szereplő, zöld tevékenységekkel kapcsolatos K+F+I részarányként (bal tengely) és abszolút összegként (jobb tengely) kifejezve. Összehasonlítási célból megadjuk a K+F intenzitást a GDP-hez viszonyítva (jobb tengely)



Forrás: Közös Kutatóközpont a Gazdasági és Pénzügyi Főigazgatóság adatai alapján

A Tanács által 2022. szeptember 8-án jóváhagyott 25 helyreállítási és rezilienciaépítési terv 47 milliárd EUR összköltségvetésű kutatás-fejlesztéssel kapcsolatos intézkedéseket tartalmaz⁴⁹ (beleértve a tematikus és a horizontális beruházásokat is⁵⁰). Ebből az összegből 14,9 milliárd EUR-t különítettek el a zöld tevékenységekkel kapcsolatos kutatásba, fejlesztésbe és innovációba (K+F+I) történő beruházásokra (2. ábra. ábra).

2.1.3. Humán tőke és készségek

A **humán tőkére** vonatkozó legfrissebb világszintű adatok azt mutatják, hogy bár a tisztaenergia-ágazat reziliensnek bizonyult a Covid19-világjárvány idején, a készségek terén mutatkozó hiányosságok és a szakképzett munkaerő hiánya 2021-ben nőtt, és várhatóan 2022-ben tovább fog nőni.

költségeinek ötvözése lehetővé teszi annak kiszámítását, hogy a tervek milyen mértékben járulnak hozzá az éghajlat-politikai célkitűzéshez.

⁴⁹ A számadatok a helyreállítási és ellenálló képességi eredménytáblában szereplő, az intézkedések szakpolitikai pillérek szerinti címkézésére épülő módszertanon alapulnak, és megfelelnek az elsődleges vagy másodlagos szakpolitikai területként a „K+F+I a zöld tevékenységek terén”, a „digitális vonatkozású K+F+I intézkedések” és „K+F+I” szakpolitikai területekhez rendelt intézkedéseknek. A Tanács még nem fogadta el Hollandia helyreállítási és rezilienciaépítési tervét, ezért még nem állnak rendelkezésre a pillér szerinti címkézési módszertannal összhangban lévő adatok. A helyreállítási és rezilienciaépítési eredménytáblával kapcsolatos bővebb információ elérhető a következő internetcímen: https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/

⁵⁰ A tematikus K+I beruházások közé tartoznak a zöld átmenetet, valamint a digitális technológiákat és egészségügyet célzó beruházások, míg a horizontális K+I beruházások olyan több területre is átnyúló intézkedéseket foglalnak magukban, amelyek például megerősítik az innovációs ökoszisztémákat, fejlesztik a kutatási infrastruktúrát és támogatják az üzleti innovációt. A helyreállítási és rezilienciaépítési eredménytáblával kapcsolatos bővebb információ elérhető a következő internetcímen: https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/

Az EU tágabb értelemben vett tisztaenergia-ágazatában⁵¹ a foglalkoztatás elérte az 1,8 millió főt 2019-ben, ami 2015 óta átlagosan 3 %-os éves növekedést jelent⁵², és az EU teljes foglalkoztatásának 1 %-át teszi ki. Összehasonlításképpen: a teljes gazdaságban a foglalkoztatás átlagosan évi 1 %-kal nőtt⁵³, míg a fosszilisenergia-ágazatban átlagosan 2 %-kal csökkent az elmúlt évtizedben⁵⁴. 2020-ban Kína világviszonylatban első helyen végzett (39 %) a megújulóenergia-ágazatban való foglalkoztatás terén, ezt követi az EU (11 %)⁵⁵; ez összesen 12 millió munkahelyet jelent⁵⁶.

Az EU tágabb értelemben vett tisztaenergia-ágazatában a munkahelyek összetétele több szempontból is megváltozott⁵⁷. A hőszivattyú-ágazat⁵⁸ lett a legnagyobb munkaadó, megelőzve a szilárd bioüzemanyagok⁵⁹ és a szélenergia ágazatát. Ez főként a hőszivattyúk fokozottabb telepítésének tudható be. Ez a tendencia valószínűleg tovább folytatódik a REPowerEU tervvel és a felújítási szektor számára elérhető új termékinálattal⁶⁰. Ezenfelül a tisztaenergia-ágazat 20 %-kal jobb termelékenységgel rendelkezik, mint a gazdaság egésze átlagosan. 2015 óta a munkatermelékenység gyorsabban nő a tisztaenergia-ágazatban (évi 2,5 %), mint a gazdaság egészében (évi 1,8 %). E növekedés az e-mobilitási ágazatnak (évi 5 %) és a megújuló energiaforrásoknak (évi 4 %) tudható be, és a technológiáktól függően eltérő tendenciák figyelhetők meg.

A villamos berendezések gyártásával⁶¹ foglalkozó uniós vállalkozások közel 30 %-a azonban 2022-ben **munkaerőhiányt** tapasztalt, ami még magasabb, mint a 2018-as szint. Ennek oka elsősorban a világjárványból való általános gazdasági kilábalás, amely párosult azzal, hogy a tisztaenergia-ágazat lassan halad a zöld és digitális átálláshoz szükséges készségek fejlesztésével⁶². Mivel 2022-ben a villamos berendezések gyártásával foglalkozó uniós

⁵¹ A jelentésben a tisztaenergia-ágazatra vonatkozóan szereplő számadatok a környezeti áruk és szolgáltatások ágazatára (EGSS) vonatkozó Eurostat-adatokra hivatkoznak (CREMA13A, CREMA13B és CEPA1 kategória). A CREMA13A (Megújuló energiaforrásból származó energiatermelés) magában foglalja a megújuló energia előállításához szükséges technológiák gyártását is. A CREMA 13B (hő/energiamegtakarítás és -gazdálkodás) a hőszivattyúkat, az intelligens fogyasztásmérőket, az energetikai felújítási tevékenységeket, a szigetelőanyagokat és az intelligens hálózatok összetevőit foglalja magában. A CEPA1 (a környezeti levegő és az éghajlat védelme) az elektromos és hibrid autókat, buszokat és más tisztább és hatékonyabb járműveket, valamint az elektromos járművek működéséhez nélkülözhetetlen töltési infrastruktúrát foglalja magában (ide tartoznak az olyan alkatrészek is, mint az akkumulátorok, üzemanyagcellák és elektromos erőátviteli rendszerek, amelyek az elektromos járművekhez nélkülözhetetlenek).

⁵² Eurostat [env_ac_egss1].

⁵³ Eurostat [lfsi_emp_a].

⁵⁴ Eurostat [sbs_na_ind_r2].

⁵⁵ Nemzetközi Megújulóenergia-ügynökség (IRENA) és Nemzetközi Munkaügyi Szervezet (ILO), *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021* (Megújuló energia és munkahelyek – Éves áttekintés 2021), Abu Dhabi és Genf.

⁵⁶ Magában foglalja a közvetlen és a közvetett foglalkoztatást is.

⁵⁷ EurObserv'ER. [The State of Renewable Energies in Europe \(A megújuló energiaforrások helyzete Európában\), 2021. évi kiadás, 20. EurObserv'ER-jelentés](#), 2022. Ez a számadat magában foglalja a hőszivattyúkat is.

⁵⁸ A megújuló energiaforrások terén a munkahelyek 24 %-át a hőszivattyúk tették ki, míg a szilárd bioüzemanyagok és a szélenergia egyaránt 20 %-ot. A következők alapján: EurObserv'ER. [The State of Renewable Energies in Europe \(A megújuló energiaforrások helyzete Európában\), 2021. évi kiadás, 20. EurObserv'ER-jelentés, 2022.](#)

⁵⁹ A módszertani felülvizsgálatok különösen a bioüzemanyagokkal kapcsolatos adatokat érintették, amelyeket a Horizont 2020 ADVANCEFUEL elnevezésű projektjéből származó adatok alapján frissítettek.

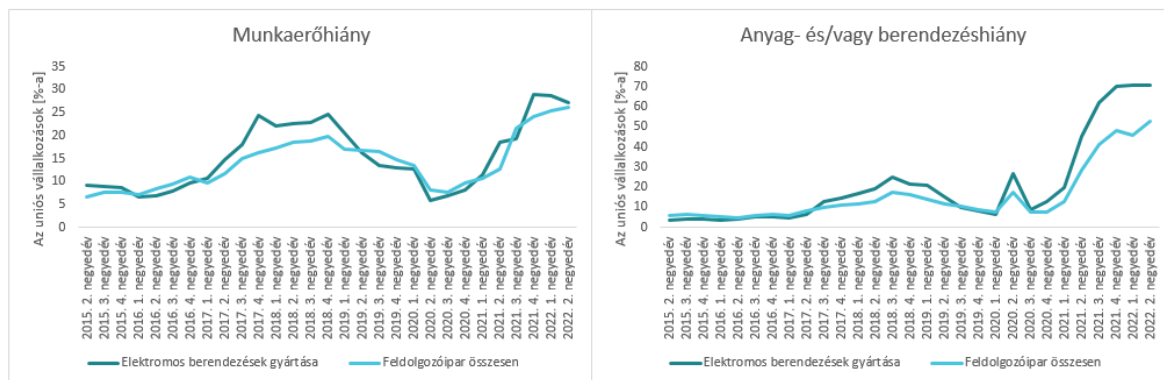
⁶⁰ Európai Hőszivattyú Szövetség (EHPA). *European Heat Pump Market and Statistics Report 2021* (2021. évi jelentés az európai hőszivattyúipacról és a vonatkozó statisztikákról), 2022.

⁶¹ A „27 – Villamos berendezés gyártása” NACE-kód a tisztaenergia-előállító ágazat szinonimájaként használatos, mivel számos tisztaenergia-technológia ebbe a kategóriába tartozik. Az EU iparstratégiájában (COM(2020) 108 final és annak legutóbbi frissítése, COM(2021) 350 final) is a megújuló energiaforrások ipari ökoszisztémájának szinonimájaként használják.

⁶² E lassúság a munkahelyek közötti különféle (például területi, ágazati, foglalkozási és időbeli) összehangolatlanságokból adódik. A zöld és a digitális megoldásokra történő gyors ütemű átállás ellentétben áll a szükséges készségek fejlesztésének idejével. Lásd például:

vállalkozások több mint 70 %-a anyagiánnyal küzdött, ezek a tendenciák a tisztaenergia-ellátási lánc zavarainak növekvő kockázatát jelzik (3. ábra. ábra).

3. ábra: Az uniós elektromos berendezések gyártói körében és az EU teljes feldolgozóiparában tapasztalt munkaerő- és anyagihiány (%-ban)



Forrás: JRC a Gazdasági és Pénzügyi Főigazgatóságtól származó üzleti felmérési adatok alapján⁶³

A REPowerEU-terv fokozott erőfeszítésekre szólít fel a szakképzett munkaerő hiányának leküzdése érdekében, amely a tisztaenergia-technológiák különböző szegmenseiben tapasztalható. Ebből a célból, az EU-n belül már meglévő tevékenységekre építve⁶⁴, a terv bejelenti, hogy az ERASMUS+⁶⁵ programon és a Tiszta Hidrogén Közös Vállalkozáson⁶⁶ keresztül támogatja készségek fejlesztését. Az uniós napenergia-stratégia konkrét intézkedéseket is javasol⁶⁷. A 2022-es tiszta energiával foglalkozó ipari fórum (CEIF) elfogadott a szakképzettségről szóló közös nyilatkozatot⁶⁸, amely konkrét lépéseket tett a szakképzett munkaerő felismert hiányának kezelésére⁶⁹. 2022-ben a Tanács ajánlást is fogadott el, amelyben felkérte a tagállamokat, hogy fogadjanak el olyan intézkedéseket, amelyek az éghajlat-, energia- és környezetvédelmi politikák foglalkoztatási és szociális

- Czako, V., *Skills for the clean energy transition* (A tiszta energiára való áttéréshez szükséges készségek), 2022. (előkészületben);
- Asikainen, T., Bitat, A., Bol, E., Czako, V., Marmier, A., Muench, S., Murauskaite-Bull, I., Scapolo, F. and Stoermer, E., *The future of jobs is green* (A munkahelyek jövője zöld), az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2021, [doi:10.2760/218792](https://doi.org/10.2760/218792), [JRC126047](https://doi.org/10.2760/218792);
- Európai Szakképzésfejlesztési Központ (Cedefop), *An ally in the green transition – VET, especially apprenticeship, can provide the skills needed for greening jobs – and in turn help shape them* (Szövetséges a zöld gazdaságra való áttérésben: a szakképzés, különösen a tanulószerveződéses gyakorlati képzés biztosíthatja a zöldebb munkahelyekhez szükséges készségeket, és cserébe segíthet ezek formálásában), Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022, <http://data.europa.eu/doi/10.2801/712651>

⁶³ Üzleti és fogyasztói felmérési adatok [industry_subsectors_q8_nace2].

⁶⁴ Például a 2020-ig szóló európai készségfejlesztési program, annak kiemelt kezdeményezése, a készségfejlesztési paktum és az ipari ökoszisztémákkal fennálló partnerségei, valamint az igazságos átmenet mechanizmus.

⁶⁵ Erasmus+: <https://www.erasmuskills.eu/eskills/>

⁶⁶ Tiszta Hidrogén Közös Vállalkozás, *A 2021–2027-es időszakra szóló stratégiai kutatási és innovációs programterv*, <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-02/Clean%20Hydrogen%20JU%20SRIA%20-%20approved%20by%20GB%20-%20clean%20for%20publication%20%28ID%2013246486%29.pdf>

⁶⁷ COM(2022) 221 final („Uniós napenergia-stratégia”).

⁶⁸ Joint Declaration on Skills in the Clean Energy Sector (Közös nyilatkozat tisztaenergia-ágazatban szükséges szakképzettségről), közzétéve 2022. június 16-án. Elérhető a következő internetcímen: https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16_en

⁶⁹ A becslések szerint például 800 000 munkavállalót kell kiképezni az akkumulátorok értékláncában való munkára ahhoz, hogy elérjék a REPowerEU céljait. Körülbelül 400 000 munkavállalót kell majd képezni és továbbképezni a hőszivattyúk értékláncában, nem számítva azokat a jelenleg hőszivattyúkkal foglalkozó szakértőket, akik a következő néhány évben nyugdíjba vonulnak (lásd a 69. lábjegyzetet).

vonatkozásaival foglalkoznak⁷⁰. Az Európai Bizottság 2022. október 12-én javasolta, hogy 2023-at nyilvánítsák a készségek európai évévé, hogy vonzóbbá tegyék az EU-t a szakképzett munkavállalók számára⁷¹.

Továbbra is fennáll **a nemek közötti egyenlőtlenség** az energiaágazatban dolgozó munkaerő, valamint az energiával kapcsolatos kutatás és innováció terén, bár nagyrészt hiányoznak a következetes és folyamatos, nemek szerinti bontásban megjelenített adatok⁷². A nők energiaipari vállalatok döntéshozatalában és a felsőoktatásban a reáلتantárgyak (természettudományok, technika, mérnöki tudományok és matematika) terén való alulreprezentáltsága megmutatkozik a női feltalálók által benyújtott szabadalmi bejelentések alacsonyabb arányában (mindössze 20 % 2021-ben az összes szabadalmi osztályban⁷³, és valamivel több mint 15 % az éghajlatváltozást mérséklő technológiákkal kapcsolatos bejelentések esetében⁷⁴), a női alapítóval vagy társalapítóval rendelkező induló vállalkozások alacsonyabb arányában (kevesebb mint 15 % az EU 2021-ben)⁷⁵, és a nők által vezetett vállalatokba fektetett tőke alacsonyabb összegében (2021-ben 2 % a csak nőkből álló, valamint 9 % a vegyesen nőkből és férfiakból álló induló vállalkozásokba az EU-ban⁷⁶).

Az EU fokozza erőfeszítéseit a kiegyensúlyozott és egyenjogúságon alapuló ökoszisztéma biztosítása érdekében. A kezdeményezések közé tartozik a 2020–2025-ös időszakra vonatkozó nemi esélyegyenlőségi stratégia⁷⁷, a 2022-ben elindított Women TechEU-kezdeményezés⁷⁸, az Európa Horizontba belefoglalt új támogathatósági kritérium⁷⁹, valamint a 2022-es új innovációs menetrendben⁸⁰ szereplő konkrét, célirányos intézkedések. A nemek közötti szakadék áthidalása nemcsak az EU munkahelyekkel és készségekkel kapcsolatos kihívásainak kezelésében segít a zöld és a digitális átállás megvalósítása érdekében, hanem támogatja a nők bevonását is ezekbe a munkaterületekbe, és így választ ad a társadalmi kihívásokra is.

2.2.A kutatás és az innováció terén mutatkozó tendenciák

A világban tapasztalható, egyre növekvő környezeti, geopolitikai, gazdasági és társadalmi instabilitás olyan agilis uniós K+I-politikát igényel, amely képes hatékonyan reagálni a válsághelyzetekre és egyúttal biztosítja az európai zöld megállapodás végrehajtását is.

⁷⁰ 2022/C 243/04, A klímasemlegességre való méltányos átállás biztosításáról szóló tanácsi ajánlás.

⁷¹ COM(2022) 526 final.

⁷² COM(2020) 953 final, COM(2021) 952 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

⁷³ Az olyan találmányok esetében, amelyeknél legalább egy feltaláló európai illetőségű. A számadatok az Európai Szabadalmi Hivatal 2022. évi adatain alapulnak.

⁷⁴ Nemzetközi Energia Ügynökség, <https://www.iea.org/commentaries/gender-diversity-in-energy-what-we-know-and-what-we-dont-know>

⁷⁵ Európai Innovációs Tanács és Kkv-ügyi Végrehajtó Ügynökség (EISMEA), 2022.

⁷⁶ IDC, European Women in Venture Capital report (Az európai nők kockázati tőkében való érdekeltiségéről szóló jelentés), 2022.

⁷⁷ Európai Bizottság, nemi esélyegyenlőségi stratégia.

⁷⁸ Európai Innovációs Tanács és Kkv-ügyi Végrehajtó Ügynökség (EISMEA), 2022. https://eismea.ec.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-techeu_en

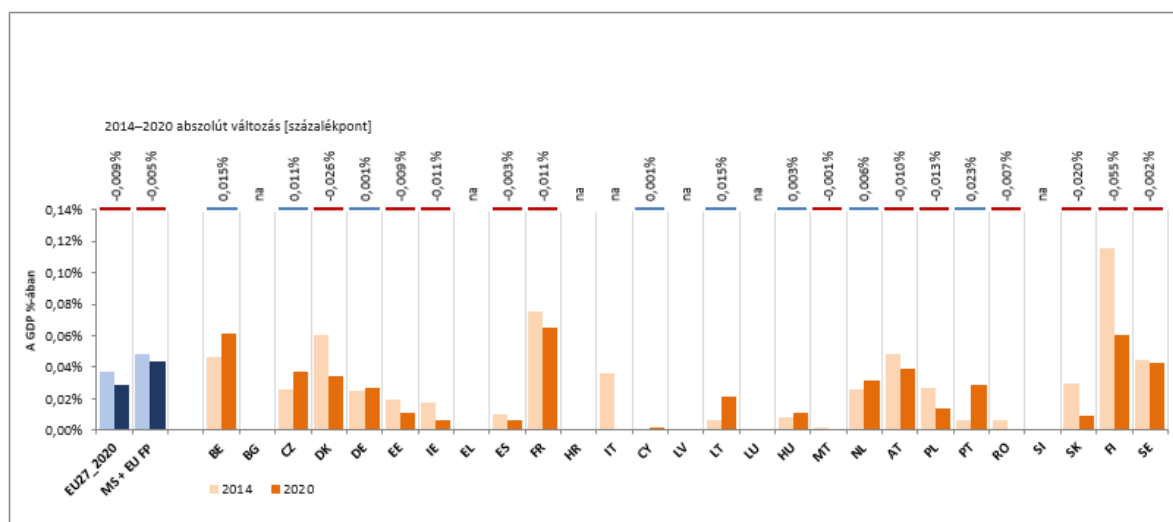
⁷⁹ Az Európai horizont programnál bevezettek egy új támogathatósági kritériumot, amely szerint a finanszírozásra pályázó kutatószervezeteknek rendelkezniük kell egy végrehajtható, a nemek közötti egyenlőségre vonatkozó tervvel, amelynek célja a nemek közötti 50 %-os egyensúly elérése az Európa Horizonttal kapcsolatos döntéshozó testületekben és értékelőkben. További információ elérhető a következő internetcímen: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe

⁸⁰ COM(2022) 332 final („Az új innovációs menetrend”).

Az uniós kutatás-fejlesztési politika alakítja az innováció irányát és a tisztaenergia-technológiák portfólióját. A világ legnagyobb K+I programja, az Európai horizont (2021–2027-ben 95,5 milliárd EUR K+I-re fordítható költségvetéssel rendelkezett) és más uniós finanszírozási programok (például az innovációs alpból és a kohéziós politikából származó finanszírozás) az uniós K+I ökoszisztéma megerősítését szolgálják, és elősegítik az uniós szakpolitikai célkitűzések elérését⁸¹. A tagállamok közös és összehangolt – különösen a stratégiai energiatechnológiai terv (SET-terv)⁸² révén megvalósuló – erőfeszítéseivel együttesen a K+I-tevékenységek növelik az uniós tisztaenergia-ágazat rezilienciáját.

A legtöbb uniós tagállam 2020-ban növelte az energiaunió prioritásaira fordított állami K+I-beruházásait⁸³ ⁸⁴: eddig több mint 4 milliárd EUR beruházásról számoltak be. A 2020-ra vonatkozó végleges, összesített adatok várhatóan abszolút értékben összehasonlíthatók lesznek a pénzügyi válság előtti értékekkel. Mindazonáltal a bruttó hazai termék (GDP) arányában mérve az állami K+I-beruházások nemzeti és uniós szinten a 2014-es szint alatt maradnak (4. ábra. ábra).

4. ábra: Az uniós tagállamokban tiszta energiával kapcsolatosan a Horizont 2020 keretprogram kezdete óta megvalósuló, GDP-arányos állami K+I-beruházások⁸⁵



Forrás: Közös Kutatóközpont, az IEA⁸⁶ adatai és a saját adatai alapján⁸⁷

⁸¹ Európai Bizottság, Kutatási és Innovációs Főigazgatóság, *Science, Research and Innovation Performance of the EU, 2022* (Az EU tudományos, kutatási és innovációs teljesítményéről szóló 2022. évi jelentés), az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022.

⁸² A SET-terv az EU fő eszköze a tisztaenergia-technológiákkal kapcsolatos szakpolitikák és finanszírozás uniós és nemzeti szintű összehangolására, valamint a magánberuházások ösztönzésére. További információk: : https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en

⁸³ Megújuló energiaforrások, intelligens rendszerek, hatékony rendszerek, fenntartható közlekedés, szén-dioxid-leválasztás, -hasznosítás és -tárolás, valamint nukleáris biztonság, COM(2015) 80 final („Energiaunió-csomag”).

⁸⁴ JRC, stratégiai energiatechnológiai információs rendszer (SETIS), https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en

⁸⁵ Az „EU KP” jelentése uniós keretprogram; a „n.a.” pedig azokra az országokra utal, amelyek nem szolgáltatottak adatokat.

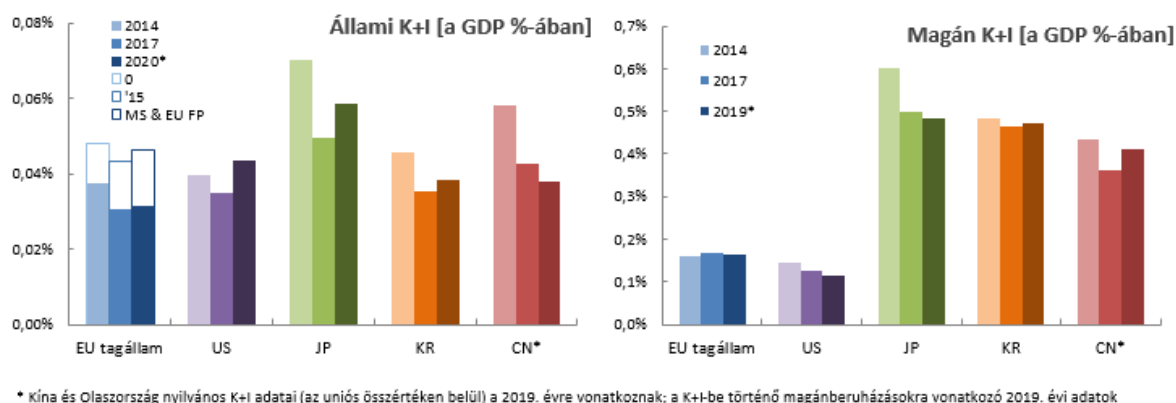
⁸⁶ Az IEA energiatechnológiákra előirányzott kutatási, fejlesztési és demonstrációs költségvetésekre vonatkozó adatbázisának 2022. évi kiadása alapján.

⁸⁷ JRC, stratégiai energiatechnológiai információs rendszer (SETIS), https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en

2020-ban a Horizont 2020 keretprogramnak az energiaunió K+I prioritásait támogató forrásai 2 milliárd EUR-val növelték a tagállamok nemzeti programjainak hozzájárulását hozzájárulást. Noha a nemzeti hozzájárulások továbbra is alacsonyak a jelentős gazdaságokban, a Horizont 2020 forrásainak bevonásával az EU 2020-ban a második helyen állt a nagy gazdaságok között a tiszta energiával kapcsolatos állami K+I-beruházások terén (5. ábra. ábra)⁸⁸, mind az abszolút kiadások tekintetében (6,6 milliárd EUR – az Egyesült Államok vezet 8 milliárd EUR-val), mind pedig a GDP arányában (0,046 %, Japán vezet 0,058 %-kal, de épphogy megelőzve az Egyesült Államokat és Dél-Koreát⁸⁹).

Globális felmérések szerint a vállalati szektor átlagosan legalább háromszor annyit ruház be a tiszta energiával kapcsolatos K+I-be, mint a kormányzati szektor⁹⁰. Az energiaunió K+I prioritásai kapcsán megvalósuló K+I kiadások 80 %-át az uniós vállalati szektor beruházásai teszik ki. 2019-ben a becsült magán K+I beruházás az EU-ban a GDP 0,17 %-át (5. ábra. ábra), és az üzleti és vállalati szektor teljes beruházásának 11 %-át tette ki. Az EU-ra vonatkozó becslések azt mutatják, hogy a beruházások abszolút értékben (évi 18–22 milliárd EUR) 2014 óta hasonlóak, mint az Egyesült Államokban és Japánban. GDP-arányosan azonban az EU beruházásai annak ellenére, hogy nagyobbak, mint az Egyesült Államokban, továbbra is alacsonyabbak, mint a többi nagy versenytárs gazdaság beruházásai (Japán, Dél-Korea és Kína).

5. ábra: Az energiaunió K+I prioritásainak köz- és magánfinanszírozása a meghatározó gazdaságokban (a GDP arányában kifejezve)



Forrás: JRC, az IEA⁹¹, az MI⁹², és saját adatai alapján

2014 óta az uniós tagállamok fele fokozta **szabadalmi tevékenységét** az energiaunió kutatási és innovációs prioritásaival összhangban; a zöld innováció bajnokai, mint például

⁸⁸ A grafikon az EU esetében átfedésben van a 4. ábra első két kategóriájával. A két ábrán szereplő értékek némileg eltérnek, mivel az 5. ábrán Olaszországra vonatkozóan szereplő adat csak becslés.

⁸⁹ Ezek a számadatok a tagállami és az uniós keretprogramokból származó forrásokat tartalmazzák. A tavalyi jelentés csak a tagállami forrásokra vonatkozott, amelyek az 5. ábrán is láthatók, és a GDP-arányosan a többi nagy gazdaság forrásai alatt maradnak.

⁹⁰ IEA, *Tracking clean energy innovation – A framework for using indicators to inform policy* (A tiszta energiával kapcsolatos innováció nyomon követése – A mutatók használatának kerete a szakpolitikai döntéshozók tájékoztatása céljából), 2020.

⁹¹ Az IEA energiatechnológiákra előirányzott kutatási, fejlesztési és demonstrációs költségvetésekre vonatkozó adatbázisának 2022. évi kiadása alapján.

⁹² Innovációs küldetés – országos összefoglalók, az Innovációs küldetés keretében zajlott 6. miniszteri találkozó, 2021, http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI_2021v0527.pdf

Németország és Dánia, mind abszolút számok, mind pedig a zöld szabadalmak által a teljes innovációs portfóliójukban képviselt részarány tekintetében kiváló teljesítményt nyújtanak. Továbbra is az EU nyújtja be legtöbb szabadalmi oltalom iránti kérelmet a világon az éghajlat- és környezetvédelem (23 %), az energetika (22 %) és a közlekedés (28 %) területén.

Globálisan valamivel kevesebb **tudományos publikáció** foglalkozott az alacsony széndioxid-kibocsátású energiotechnológiákkal 2020-ban, mint 2016–2019-ben. Az EU-ban ez a szám szerényebben nőtt 2016–2019-ben (a világátlaghoz képest), 2020-ban pedig erőteljesebben csökkent. Az EU a világ tudományos cikkeinek csupán valamivel több mint 16 %-át adta, de az egy főre jutó publikációk száma továbbra is több mint kétszerese a globális átlagnak⁹³.

Ez a tendencia leginkább a más területeken megjelenő tudományos publikációk növekvő számának köszönhető, valamint annak, hogy a magas jövedelmű gazdaságok látszólag már nincsenek túlsúlyban a tiszta energiával és az innovációval kapcsolatos témákban⁹⁴. Az EU 10 évvel ezelőtt élen járt az energiakutatásban, de a kínai energiakutatási eredmények számottevő mennyiségi és minőségi javulása a második helyre taszította az EU-t. A kínai kutatók járnak az élen az energiával kapcsolatos legtöbbet idézett publikációk tekintetében (39 %-os részesedéssel)⁹⁵. Mindazonáltal az uniós tudósok nemzetközi szinten, a globális átlagot jóval meghaladó mértékben együttműködnek és publikálnak a tiszta energiával kapcsolatos témákban, és az EU-ban fokozottabb együttműködés van az állami és a magánszektor között. A Horizont 2020 kutatási és innovációs keretprogram, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a hetedik K+I keretprogram a 2016–2020-as időszakban bekerült a világszinten 20 legelismertebb tiszta energiával foglalkozó tudományt támogató finanszírozási program közé⁹⁶.

A jelentés legutóbbi kiadása⁹⁷ hangsúlyozta, hogy javítani szükséges a köz- és magánszféra tiszta energiával kapcsolatos kutatási és innovációs tevékenységének nyomon követését, valamint a versenyképesség mennyiségi értékelését; ez azóta még fontosabbá vált. A SET-terv felülvizsgálata, valamint a nemzeti energia- és klímatervek (NEKT-ek)⁹⁸ 2024

⁹³ Európai Bizottság, Kutatási és Innovációs Főigazgatóság, Provençal, S., Khayat, P., Campbell, D., *Publications as a measure of innovation performance in the clean energy sector: assessment of bibliometric indicators* (A publikációk mint az innovációs teljesítmény mérőszáma a tisztaenergia-ágazatban: a bibliometrikus jelzőszámok értékelése), az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022.

⁹⁴ Schneegans S., Straza, T., and Lewis, J. (szerk.), UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development (UNESCO tudományos jelents: Versenyfutás az idővel az intelligensebb fejlesztés érdekében), UNESCO Publishing, Párizs, 2021.

⁹⁵ Európai Bizottság, Kutatási és Innovációs Főigazgatóság, *Science, Research and Innovation Performance of the EU, 2022* (Az EU tudományos, kutatási és innovációs teljesítményéről szóló 2022. évi jelentés), az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022.

⁹⁶ Elsevier, *Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research* (A klímasemlegesség elérésének lehetséges útjai: A tisztaenergia-kutatás hatásai), 2021. Elérhető a következő internetcímen: https://www.elsevier.com/data/assets/pdf_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf A publikációk akkor számítanak klímasemlegességgel foglalkozó energetikai kutatásnak, ha előmozdítják a tiszta energiával kapcsolatos kutatással és innovációval kapcsolatos ismereteket, valamint a karbonsemleges jövő eléréséhez vezető utat. Az adatok a Scopus-adatbázisból származnak.

⁹⁷ COM (2021) 952 final és SWD(2021) 307 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

⁹⁸ A nemzeti energia- és klímatervekkel kapcsolatos további részletek: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en

júniusában esedékes frissítése⁹⁹ együtt megteremtik a tiszta energiával kapcsolatos K+I és versenyképességről szóló, az EU és tagállamai közötti párbeszéd megerősítéséhez szükséges lendületet.

2.3. Globális versenykörnyezet a tiszta energia terén

Világszerte az energetikai átállás felgyorsítása iránti gyors kötelezettségvállalás számos tisztaenergia-megoldás kifejlesztéséhez vezetett, az eddig mellékszerepet játszó technológiáktól kezdve a globális iparig és a nemzetközi értékláncokig. A becslések szerint 2050-re globális piacok értéke eléri majd a megújuló energiaforrások tekintetében a 24 billió EUR-t, az energiahatékonyság tekintetében pedig a 33 billió EUR-t¹⁰⁰.

Az EU tudományban betöltött vezető szerepe, erős ipari háttere és a tiszta energiára vonatkozó ambiciózus keretfeltételei jó technológiai alapot biztosítanak számos tisztaenergia-technológia piacának várható fejlődéséhez. Az EU 2014 óta megőrizte jó pozícióját a **nemzetközi oltalom alatt álló szabadalmak** terén, megerősítve ezzel a tavalyi jelentésben¹⁰¹ kiemelt tendenciát. Az EU-t továbbra is csak Japán előzi meg a nagy értékű találmányok terén¹⁰², élen jár a megújuló energiaforrások terén, és Japánnal osztozik az első helyen az energiahatékonyság terén, köszönhetően elsősorban az EU épületekhez használt anyagokra és technológiákra való szakosodásának. Az EU szabadalmi adatai is mutatják vezető szerepét a megújuló üzemanyagok; az akkumulátorok és az e-mobilitás; valamint a szén-dioxid-leválasztási, -tárolási és -hasznosítási technológiák terén.

A tisztaenergia-technológiákba eszközölt legtöbb új beruházásra várhatóan az EU-n kívül kerül sor, és a szükséges nyersanyagok a nemzetközi kereskedelem részét képezik¹⁰³. Ez elengedhetetlenné teszi az EU erős jelenlétét és teljesítményét a globális értékláncokban, valamint a harmadik országok piacihoz való hozzáférését. A harmadik országok kormányai által hozott intézkedések számának növekedése (piacra jutási akadályok, helyi tartalomra vonatkozó követelmények és más diszkriminatív intézkedések vagy gyakorlatok bevezetése) mindazonáltal torzíthatja a **nemzetközi kereskedelem és befektetések dinamikáját**. Ezek az intézkedések kedvezőtlen hatással lehetnek az EU munkahelyeire, növekedésére és adóalapjára, és aláaknázhatják azokat az előnyöket, amelyeket az EU általában akkor élvezne, ha ezen a területen lépéselőnyben lenne. Egyértelmű kockázatot jelentenek a tekintetben is, hogy „fertőzőek” lehetnek, mivel más harmadik országokat is hasonló intézkedések meghozatalára készíthetnek, amelyek rontják a nemzetközi ellátási láncok hatékonyságát, és hosszabb távon befolyásolják az ágazatba történő beruházásra irányuló ösztönzőket. Ez pedig általánosságban növelné az átállás költségeit, és alááshatja a lakosság globális dekarbonizáció iránti elkötelezettségét.

⁹⁹ HL L 328., 2018.12.21., 1. o.: Az energiaunió és az éghajlat-politika irányításáról szóló (EU) 2018/1999 rendelet előírja a NEKT-ek rendszeres felülvizsgálatát annak érdekében, hogy azok összhangban legyenek a legújabb szakpolitikai fejleményekkel. A NEKT-ek tervezetei 2023 júniusára várhatók.

¹⁰⁰ IRENA, *Global energy transformation: a roadmap to 2050* (Globális energetikai átalakulás: 2050-ig szóló ütemterv), Abu Dhabi, 2019.

¹⁰¹ COM(2021) 952 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

¹⁰² A nagy értékű szabadalomcsaládok (találmányok) azok, amelyek egynél több hivatalhoz intézett bejelentéseket tartalmaznak (vagyis azok, amelyek egynél több országban/piacon folymodnak oltalomért).

¹⁰³ Nemzetközi Energia Ügynökség, *Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector* (Klimasemlegesség 2050-ig – Ütemterv a globális energiaágazat számára), 2021.

Világszerte szintén továbbra is fennállnak, sőt fokozódnak az aggályok az államilag és egyéb módon támogatott technológiák dominanciájának hatása; a zárt piacok; a szellemi tulajdon (IP) oltalmára vonatkozó eltérő szabályok; valamint az ágazatban különösen Kína és más harmadik országok által életbe léptetett innovációs és versenyképességi politikák miatt. A jelenlegi geopolitikai válság a tiszta energia globális piacán folyó versenyre is hatással volt, és kérdéses, hogy a tisztaenergia-technológiák belföldi elterjedésének felgyorsítására szolgáló új nemzeti intézkedések (például az Egyesült Államok inflációcsökkentési törvénye¹⁰⁴) milyen negatív hatással lehetnek a tiszta energia terén a globális versenykörnyezetre.

Ennek keretében a **K+I területén folytatott nemzetközi együttműködés** nemcsak tovább gyorsítja a tiszta energiára való átállást, hanem ellensúlyozza a globális energiapiac zavarait is. Az uniós programok és szakpolitikák, mint például a Horizont Európa és az Erasmus+, következetesen támogatták a megbízható globális partnerekkel folytatott kutatási és innovációs együttműködést. A Bizottság „A kutatás és innováció globális megközelítése” című közleménye¹⁰⁵ továbbfejlesztett keretet biztosít a nemzetközi együttműködés kialakításához. A Bizottság „Az EU külső energiaügyi szerepvállalása a változó világban” című közleménye¹⁰⁶ az ilyen együttműködés elmélyítését és partnerségek kialakítását irányozza elő a zöld átmenet támogatása érdekében olyan kulcsfontosságú témákban, mint a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogén, valamint a nyersanyagok és az innováció. Ezenkívül a Bizottság „Új EKT a kutatás és az innováció szolgálatában” című közleménye¹⁰⁷ a tudásvalorizáció irányadó elveinek frissítését és fejlesztését szorgalmazza. A szellemitulajdon-jogok intelligens felhasználására irányuló gyakorlati kódex 2022 végére várható¹⁰⁸. A Bizottság az Innovációs küldetésben¹⁰⁹ és a Tiszta Energia Miniszteri konferencián való részvétellel segíti előmozdítani az energetikai innovációval és technológiával kapcsolatos nemzetközi együttműködést. Ezenkívül az EU új globális összekapcsolást célzó stratégiája, a Global Gateway¹¹⁰, „A kereskedelmi politika felülvizsgálata” című bizottsági közlemény¹¹¹, valamint a Dél-Afrikával létrejött, méltányos energetikai átállást célzó nemzetközi partnerség¹¹² hangsúlyozzák, hogy – az EU egységes piacának nyitottságával és vonzerejével szinergiában – mennyire fontos a nemzetközi együttműködés és a kereskedelmi kapcsolatok elmélyítése a tisztaenergia-technológiák versenyelőnyeinek kialakítása érdekében.

A nemzetközi kutatási együttműködésnek, a technológiatranszfernek, a kereskedelempolitikának és az energiadiplomáciának együttesen kell biztosítani a torzulásmentes kereskedelmet, valamint az átmenethez az EU-n belül és kívül egyaránt

¹⁰⁴ [FACT SHEET: The Inflation Reduction Act Supports Workers and Families \(TÁJÉKOZTATÓ: Az infláció csökkentéséről szóló törvény támogatja a munkavállalókat és a családokat\) | A Fehér Ház.](#)

¹⁰⁵ COM(2021) 252 final („Európa nemzetközi együttműködésre irányuló stratégiája egy változó világban”).

¹⁰⁶ JOIN(2022) 23 final („Az EU külső energiaügyi szerepvállalása a változó világban”).

¹⁰⁷ COM(2020) 628 final („Új EKT a kutatás és az innováció szolgálatában”).

¹⁰⁸ Már elérhető egy új útmutató az Európai horizont eredményeinek kamatoztatásáról: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/437645>

¹⁰⁹ <http://mission-innovation.net/> Öt év sikeres működést követően újjá indították az Innovációs küldetés 2.0-t, amely új „küldetések” egy sorát hivatott megvalósítani.

¹¹⁰ JOIN(2021) 30 final („A Global Gateway”), Az Európai Bizottság és az Unió külügyi és biztonságpolitikai főképviselőjének közös közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak, a Régiók Bizottságának és az Európai Beruházási Banknak.

¹¹¹ COM(2021) 66 final („A kereskedelempolitika felülvizsgálata – Nyitott, fenntartható és határozott kereskedelempolitika”).

¹¹² A méltányos energetikai átállást célzó partnerség Dél-Afrikával (europa.eu).

szükséges technológiákba, szolgáltatásokba és nyersanyagokba történő beruházásokat. Az EU-nak még inkább ki kell aknáznia az innováció előmozdítása terén benne rejlő potenciált, hogy elkerülje annak kockázatát, hogy az energiaátálláshoz és az új energiarendszer felépítéséhez szükséges importált technológiák miatt növekedjen a többi jelentős gazdaságtól való függése.

2.4. Az EU innovációfinanszírozási környezete¹¹³

Az éghajlat-technológiai megoldások¹¹⁴ elősegítik az EU versenyképességét és technológiai szuverenitását. A kiforrottabb energiatermelési technológiák bevezetésével együtt ezek döntő szerepet fognak játszani a karbonsemlegesség 2050-re történő elérésében¹¹⁵.

Az éghajlat-technológia területe, amely az innováció élvonalába tartozik, az elmúlt 6 évben egyre nagyobb mennyiségű kockázati-tőke-beruházást vonzott¹¹⁶ az EU-ban. Az éghajlat-technológia hosszú átfutási időt igényelhet, mielőtt eléri a piacérettséget, ezért az induló vállalkozások finanszírozási életciklusai során jelentős mennyiségű tőkére; a kutatásba és innovációba történő beruházásokra¹¹⁷; valamint kormányzati lépésekre van szükség az éghajlat-technológiai megoldások fejlesztésével járó kockázatok csökkentése, valamint a magánszektor részvételének további ösztönzése érdekében.

Világszerte az **éghajlatvédelem területébe** történt kockázati-tőke-beruházások lenyűgöző rezilienciáról tettek tanúbizonyságot a járvánnyal szemben: már 2020-ban is magasabb beruházási szintet (20,2 milliárd EUR) tudtak elérni, 2021-ben pedig minden idők addigi legnagyobb értékét (40,5 milliárd EUR, ami 100 %-os növekedést jelent 2020-hoz képest¹¹⁸). Ezen belül az EU-ban működő éghajlat-technológiai induló és növekvő innovatív vállalkozások 2021-ben 6,2 milliárd EUR összegű kockázati-tőke-beruházást vonzottak, ami

¹¹³ Az e részben bemutatott elemzés a PitchBook pénzügyi adatbázis adatain alapul. A PitchBook jelenleg több mint 2 750 kockázati-tőke-társaságot azonosít az éghajlat-technológiai vertikumban (szemben a több mint 2 250-nel, amelyről a CPR-ről szóló jelentés 2021. évi kiadásának idején számoltak be). A CPR-ről szóló, 2020. és 2021. évi jelentésben szereplő, múltbeli kockázati-tőke-beruházásokra vonatkozó adatok ezért nem hasonlíthatók össze közvetlenül.

¹¹⁴ A PitchBook által meghatározott éghajlat-technológiai vertikum 2 760 vállalatot tartalmaz, amelyek olyan technológiákat fejlesztenek, amelyek célja az éghajlatváltozás hatásainak enyhítése vagy az azokhoz való alkalmazkodás. Ebben a vertikumban a legtöbb vállalat a növekvő kibocsátás mérséklésére összpontosít a dekarbonizációs technológiák és eljárások révén. Ebben az ágazatban többek között a következő területeken alkalmaznak e technológiákat: megújulóenergia-termelés; hosszú távú energiatárolás; a közlekedés villamosítása; a mezőgazdasági innovációk; az ipari folyamatokat érintő fejlesztések; valamint a bányászat technológiák.

¹¹⁵ A szakasz kidolgozására az Európai Bizottsághoz tartozó Clean Energy Technology Observatory-val (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont) szoros együttműködésben került sor: Georgakaki, A. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont), Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report (Az Európai Unió tisztaenergia-technológiájának átfogó stratégiai elemzése – 2022. évi helyzetjelentés), Európai Bizottság, 2022, JRC131001.

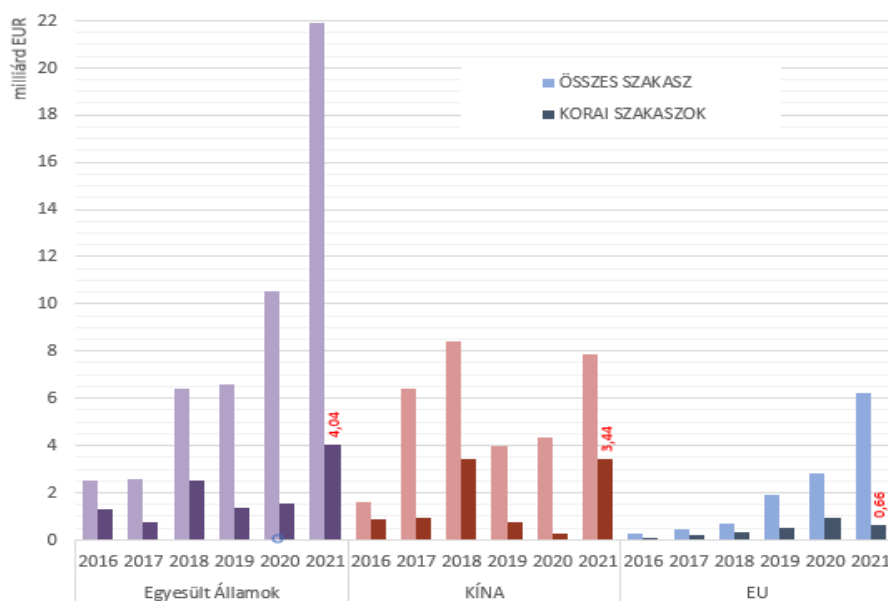
¹¹⁶ A kockázati-tőke-ügyletek között megkülönböztetünk korai szakaszban kötött ügyleteket (ideértve: inkubációs [pre-seed] szakaszban, az akcelerator-/inkubátorprogram szakaszában, a magvető [seed] szakaszban megvalósult finanszírozás, az üzleti anyagok által biztosított finanszírozás, A és B sorozatú finanszírozási körök, amelyekre a vállalat alapításától számított 5 éven belül kerül sor), valamint későbbi szakaszban kötött ügyleteket (általában a B és Z+ közötti sorozatú és/vagy a vállalat alapítása után több mint 5 évvel előforduló finanszírozási körök, nyilvánosságra nem hozott sorozatú finanszírozási körök, és a magántőke növekedése/bővülése).

¹¹⁷ Ebből adódik a „deep green” induló vállalkozások fogalma (azaz olyan induló vállalkozások, amelyek élvonalbeli technológiákat alkalmaznak a környezeti kihívások kezelésére, mint például zöld akkumulátorok gyártása és elektromos repülőgépek). A „deep green” az éghajlat-technológia és a mélytechnológia közötti átmenet (a „deep tech”, azaz mélytechnológia a tudományos felfedezések mérnöki, matematikai, fizika és orvostudományi alkalmazása. Hosszú K+F ciklusok és tesztetlen üzleti modellek jellemzik).

¹¹⁸ Ez a teljes kockázati-tőke-finanszírozás 5,2 %-át tette ki 2021-ben a Közös Kutatóközpontnak a PitchBook adatai alapján kidolgozott saját adatai szerint (2020: 4,6 %).

több mint kétszerese a 2020. évi szintnek¹¹⁹. Ez az éghajlat-technológiába globálisan történt kockázatitőke-beruházások 15,4 %-át teszi ki. 2021 volt egyúttal az első olyan év, amikor az EU-ban működő, a fejlődésük későbbi szakaszában lévő éghajlat-technológiai vállalkozásokba eszközölt beruházások összege nagyobb volt, mint Kínában¹²⁰. A fejlődésük korai szakaszában lévő vállalkozásokba eszközölt beruházások azonban 2021-ben rekordmagasságokat értek el az Egyesült Államokban és Kínában, de az EU-ban voltak a legmagasabbak (6. ábra. ábra).

6. ábra: Éghajlatváltozással foglalkozó induló és növekvő innovatív vállalkozásokba eszközölt kockázatitőke-beruházások



Forrás: a Közös Kutatóközpontnak a PitchBook adatai alapján kidolgozott saját adatai

Az **energetika területe** az éghajlat-technológiába globálisan történt kockázatitőke-beruházások 22 %-át tette ki 2021-ben (a tisztaenergia-termelés¹²¹ és a hálózati technológiák¹²² 13,2 %-ot, illetve 8,7 %-ot). Az energetika területe a 2020. évi szintnek csaknem négyszeresét (3,8-szeresét)¹²³ érte el, ezzel lemaradva a mobilitás és közlekedés területe mögött (46 %), de most először megelőzve az élelmiszer- és földhasználati területét (19,6 %).

¹¹⁹ COM(2021) 952 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

¹²⁰ Az elektromos járművekhez való akkumulátorokat fejlesztő svéd társaságba, a Northvoltba történt beruházások önmagukban jelentős hatással vannak az uniós éghajlat-technológiai vállalatokba az elmúlt években eszközölt kockázatitőke-beruházások általános tendenciáira. Ahogy e társaság átlépett a későbbi beruházási szakaszokba, 2021-ben csökkentek a fejlődésük korai szakaszában levő, uniós éghajlat-technológiai vállalkozásokba történő beruházások, míg a fejlődésük későbbi szakaszában lévő vállalkozásokba történő beruházások növekedtek, és először értek el nagyobb értéket annál, mint amekkoráról Kína beszámolt.

¹²¹ Beleértve a nap-, szél-, atom-, óceán-, víz- és geotermikus energiát, valamint a hulladékok energetikai hasznosítását.

¹²² Beleértve a hosszú távú energiátárolást, a hálózatkezelést, az elemzést, az akkumulátortechnológiát, az intelligens hálózatot és a tisztahidrogén-termelést.

¹²³ E növekedés fő hajtóerejét a tiszta energiatermelési technológiákba való beruházások jelentik. Az Egyesült Államokban a nukleáris energiába, míg Kínában a szélenergiába irányuló jelentős nagyberuházások hatására 2,4-szer gyorsabban nőtt, mint általában a hálózati technológiákba és az éghajlat-technológiába történő kockázatitőke-beruházások.

Az EU-ban az energetikai cégekbe történő kockázatitőke-beruházások folytatták az elmúlt 4 évben tapasztalt tartós növekedést (2020-hoz képest 60 %-os emelkedés). E jó teljesítmény ellenére 2021-ben az energetikai ágazatba irányuló uniós kockázatitőke-beruházások relatív részesedése a felére csökkent. Az EU-ban a kockázatitőke-beruházások 10 %-a történik energetikai cégekbe, amivel a harmadik helyen áll, messze lemaradva az Egyesült Államoktól (62 %) és Kínától (13,3 %), amelyek 2021-ben egyaránt kimagasló beruházási szintet mutattak, ami a tisztaenergia-termelés terén megvalósuló óriási ügyleteknek volt köszönhető.

Az EU-ban tapasztalható pozitív kockázatitőke-finanszírozási dinamika, valamint annak ellenére, hogy az EU-ban működő éghajlat-technológiai vállalatok vonzóak a kockázatitőke-befektetők számára, a strukturális akadályok és a társadalmi kihívások¹²⁴ még mindig hátráltatják az EU-ban működő éghajlat-technológiai vállalatok növekedését a többi jelentősebb gazdasághoz képest. A fenntartható tevékenységek uniós taxonómiája mindazonáltal keretet biztosít a tartós befektetések elősegítésére, és meghatározza a környezetileg fenntartható gazdasági tevékenységeket. Ezenfelül az uniós innovációs szakpolitika az évek során bővült, és ezzel együtt az intézményi környezet is megváltozott¹²⁵.

Az Európai horizont „Innovatív Európával” kapcsolatos III. pillére eszközöket biztosított az induló és növekvő innovatív vállalkozások, valamint a kis- és középvállalkozások (kkv-k) támogatására. Ezen belül az Európai Innovációs Tanács (EIC) – a 2021–2027-es időszakban 10,1 milliárd EUR költségvetésével – az EU kiemelt innovációs programja az áttörést jelentő technológiák és a gyökeres változást hozó innovációk azonosítására, fejlesztésére és bővítésére. Az Európai horizont az európai innovációs ökoszisztémákra irányuló kezdeményezést, valamint az Európai Innovációs és Technológiai Intézetet (EIT) is támogatja. Az EIT InnoEnergy létrehozta a világ legnagyobb fenntartható energetikai innovációs ökoszisztémáját, egyúttal irányítja az EU 2050-ig, három ipari összefogás (Európai Akkumulátorszövetség, Európai Zöld Hidrogén Támogató Központ és Európai Napenergia Kezdeményezés) vezetésével megvalósuló dekarbonizációja felé történő elmozdulást.

Ami az **uniós finanszírozási programokat** illeti, az Innovációs Alap a tiszta, innovatív technológiák bemutatásának és ipari léptékű alkalmazásának támogatására szolgáló egyik legnagyobb alap a világon¹²⁶. Az InvestEU program az uniós helyreállítási terv egyik fő eleme, amely támogatja a kkv-k, a közepes piaci tőkeértékű és egyéb vállalkozások finanszírozáshoz jutását és a finanszírozás rendelkezésre állását. A kohéziós politika az innovációba és az ipari értékláncokba történő, nagyszabású és hosszú távú beruházásokat biztosít, különösen a kkv-k számára, a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiák és üzleti modellek fejlesztésének fellendítése érdekében. Továbbá az Európai Beruházási Bank (EBB) és az Európai Beruházási Alap (EBA) hatékonyan támogatják a mélytechnológiák fejlesztését, amelyre az EU-nak szüksége van fenntarthatósági céljai eléréséhez. Más finanszírozási programok, mint például a Modernizációs Alap és a javasolt

¹²⁴ COM(2020) 953 final („A tiszta energiák terén tanúsított versenyképesség javulásáról”) és COM(2022) 332 final („Az új innovációs menetrend”).

¹²⁵ COM(2022) 332 final („Az új innovációs menetrend”).

¹²⁶ 38 milliárd EUR támogatás 2020 és 2030 között, 75 EUR/tCO₂ szén-dioxid-árat feltételezve.

Szociális Klímaalap¹²⁷ célja elősegíteni, hogy az éghajlattal kapcsolatos politikákból származó bevételeket az energetikai átállás támogatására fordítsák.

Ezek a programok és más uniós kezdeményezések, mint például a tőkepiaci unió (CMU)¹²⁸, célja a magánbefektetők további mozgósítása az éghajlat-technológiai és az éghajlati mélytechnológiai¹²⁹ induló innovatív vállalkozások finanszírozásában. Például az Európai Bizottság és a Breakthrough Energy Catalyst¹³⁰ hálózat között létrejött, úttörőnek számító partnerség egy másik példa arra, hogy miként lehet fellendíteni az éghajlatváltozás megfékezése szempontjából kritikus fontosságú technológiákba történő beruházásokat magán- és a közszféra együttműködésének erősítésével.

Az uniós programok és eszközök közötti szinergiák megteremtése, valamint az EU helyi innovációs ökoszisztémái közötti kohézió növelése segíthet az EU-nak abban, hogy világviszonylatban vezető szerepet vívjon ki magának az éghajlat-technológia terén, és ezáltal áthidalja az EU és más nagy gazdaságok közötti a felfutási időszakban tapasztalható szakadékot azáltal, hogy kiaknázza sokrétű tehetségét, szellemi eszközeit és ipari kapacitásait. A 2022. évi európai innovációs eredménytábla¹³¹ kiemeli egy páneurópai innovációs ökoszisztéma létrehozásának fontosságát, az új európai innovációs menetrendről szóló 2022-es bizottsági közlemény¹³² pedig már előrelépést jelent, mert célja az uniós innovációs ökoszisztéma erősségeinek kiaknázása¹³³.

2.5.A rendszerszintű változás hatása

A zöld és a digitális kettős átállás megvalósítása, valamint az európai zöld megállapodás és az „Irány az 55 %!” intézkedéscsomag célkitűzéseinek elérése érdekében az uniós tisztaenergia-ágazatnak fel kell gyorsítania a már folyamatban lévő paradigmaváltást: fel kell számolni az ágazatok merev kereteit és erősíteni kell a horizontális területek együttműködését (például a nyersanyagok kritikus szerepe, az energiarendszer digitalizálása és a különböző technológiák kölcsönhatása az ipari folyamatokban, az egyes épületekben és a városokban). Az ilyen rendszerszintű átalakulásra néhány példa: az épületekhez kapcsolódó tisztaenergia-technológiák: az energiarendszer digitalizációja; valamint az energiaközösségek és a nemzetinél alacsonyabb szintű együttműködések.

¹²⁷ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund_en

¹²⁸ https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union_hu

¹²⁹ A mélytechnológiai („deep tech”) induló innovatív vállalkozások a tudományos ismeretekre építenek és jellemzően hosszú K+F ciklusok és teszteletlen üzleti modellek jellemzik őket). Az éghajlati mélytechnológiai („deep climate tech”) induló innovatív vállalkozások a legmodernebb technológia segítségével próbálják meg kezelni a környezeti kihívásokat.

¹³⁰ A Bizottság és a Breakthrough Energy Catalyst hálózat közötti partnerség (europa.eu); https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/IP_21_2746

¹³¹ Európai Bizottság, 2022. évi európai innovációs eredménytábla, Éves jelentés, 2022.

¹³² COM(2022) 332 final („Az új innovációs menetrend”).

¹³³ A közlemény kijelenti, hogy az EU konkrét intézkedéseket fog hozni az európai induló és növekvő innovatív vállalkozások finanszírozáshoz való hozzáféréseinek javítása érdekében; jobb feltételek biztosítása érdekében ahhoz, hogy az innovátorok új ötleteket próbálhassanak ki; a „regionális innovációs völgyek” létrehozásának elősegítése érdekében; a tehetségek Európába vonzása és megtartása érdekében; valamint az innovációs szakpolitikai keret javítása érdekében egyértelműbb terminológia, mutatók és adatkészletek, valamint a tagállamoknak nyújtott szakpolitikai támogatás révén.

Az épületekhez kapcsolódó tisztaenergia-technológiák: a háztetőre telepített napelemek kötelezővé tétele és az egyéni hőszivattyúk jelenlegi telepítési arányának megkétszerezése¹³⁴ elősegítik az energia- és éghajlat-politikai célok elérését. E célok elérése megköveteli az építőipari ágazattól, hogy az új épületeknél kiegészítő megoldások széles körét alkalmazza, például hatékony szigetelési módszereket és vezérlőrendszereket, ugyanakkor erőforrás-hatékony intézkedéseket is. Ennek együtt kell járnia a felújítási arány növelésével és a mélyfelújítás ösztönzésével. A helyszíni energiátárolás (akkumulátorok) egy másik fontos elem a hőszivattyúk arányának növelésében, és a szélsőséges csúcsok elkerülésében a villamosenergia-termelésben és -átvitelben/-elosztásban. A termékek elérhetősége mellett a telepítési ismeretek és a különböző technológiákhoz kapcsolódó üzemeltetési szolgáltatások is kulcsfontosságúak az EU tisztaenergia-ágazatai és versenyképessége szempontjából.

Az energiarendszer digitalizációja: a digitalizáció exponenciálisan terjed: Az internetes forgalom csak az elmúlt 5 évben megháromszorozódott, és a világban ma elérhető adatok körülbelül 90 %-a az utóbbi 2 év során keletkezett¹³⁵. Az energia decentralizálása – termelési szinten, valamint több millió csatlakoztatott intelligens készülék, hőszivattyú és elektromos autó révén – átalakítja a helyi energiarendszert. Egy Hamburgra (Németország) vonatkozóan végzett felmérés jelentős költségmegtakarítási potenciált mutatott ki: ha 2 millió EUR-t beruháznak az intelligens töltésbe a csúcsterhelés alatti kereslet csökkentése érdekében, elkerülhető 20 millió EUR összegű beruházás, amelyre a hálózat megerősítéséhez lenne szükség, hogy a város elektromos járműveinek 9 %-át ki lehessen szolgálni¹³⁶. A helyi energiaszükségletek intelligens kezelése nélkül az elosztóhálózatok kapacitásbeli korlátai lassíthatják a tiszta energiára való átállás folyamatát. Egyes digitális megoldások azonban megfelelő hatékonysági intézkedések (például az adatközpontokból származó hőhulladék hasznosítása) híján növelhetik az energiafelhasználást és az ÜHG-kibocsátást.

Energiaközösségek és a nemzetinél alacsonyabb szintű együttműködések: 2000 óta legalább kétféle európai polgár vett részt több mint 8 400 energiaközösségben, és több mint 13 000 projektet valósított meg¹³⁷. Az energiaközösségek fontos tesztkörnyezetet és alkalmazási területet jelentenek a tisztaenergia-technológiák és -megoldások számára. Az európai energiaközösségek által telepített teljes megújuló kapacitást jelenleg legalább 6,3 GW-ra (azaz a nemzeti szinten telepített kapacitás körülbelül 1–2 %-ára) becsülik. A telepített kapacitás oroslánrészét a fotovoltaikus napenergia teszi ki. Ezt követi a sorban a szárazföldi szélenergia. Több tisztaenergia-technológia esetében a részvételi modellek kidolgozása – különösen az alacsonyabb jövedelmű háztartásokat célozva – nagyobb számú energiaközösség létrejöttét idézheti elő EU-szerte, és ezzel egyidejűleg hozzájárulhat az energiaszegénység kezeléséhez.

¹³⁴ COM(2022) 230 („A RePowerEU terv”).

¹³⁵ Nemzetközi Energia Ügynökség, Digitalizáció és Energia, 2017, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>

¹³⁶ Stromnetz Hamburg, *Elektromobilität – Netzausbaustrategie und Restriktionen im Hamburger Verteilnetz*, Hamburg, 2018, <https://www.hamburg.de/contentblob/10993526/1f90214d9b07e4de6323c078ff779d9d/data/d-anlage-13-pra%CC%88sentation-snh-20180504-energienetzbeirat-snh.pdf>

¹³⁷ Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T., és Dufner, S., *The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe - Preliminary estimates at European and country level from the COMETS inventory* (A termelő-fogyasztók hozzájárulása az európai energetikai átalakuláshoz – Európai és országos szintű előzetes becslések a COMETS-projekt keretében készült jegyzékből), 2021. augusztus, <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>

A horizontális területek közötti kölcsönhatás fokozása, a különféle ágazatok közötti kölcsönös függőség egyidejű figyelembevétele mellett mind tagállami, mind uniós szinten kulcsfontosságú a tisztaenergia-technológiák nagyobb léptékű bevezetésében és elterjedésének felgyorsításában, valamint az EU versenyképességének erősítésében a tiszta energia globális piacán¹³⁸.

3. KÖZÉPPONTBAN A KULCSFONTOSSÁGÚ TISZTAENERGIA-TECHNOLÓGIÁK ÉS - MEGOLDÁSOK

Ez a rész ismerteti számos olyan tisztaenergia-technológia és -megoldás versenyképességének értékelését, amelyek kulcsfontosságúak az energiatermelés és -tárolás, valamint a rendszerintegráció szempontjából. Betekintést nyújt abba is, hogy a technológia és a piac miként fejlődik az európai zöld megállapodás és a REPowerEU célkitűzéseinek teljesítése érdekében. Szerepel ebben a részben a napelemek, a szélenergia, az építőiparban alkalmazott hőszivattyúk, az akkumulátorok, az elektrolízissel történő hidrogéntermelés, a megújuló üzemanyagok és a digitális infrastruktúra elemzése. Áttekintést nyújt továbbá más fontos technológiákról is¹³⁹. Ezt a kutatási eredményeken (az I. mellékletben felsorolt mutatókon) alapuló elemzést a Bizottság házon belüli, a Közös Kutatóközpont által létrehozott Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpontja (CETO) végezte el. A mélyreható technológia-specifikus jelentések elérhetők a CETO internetes oldalán¹⁴⁰.

3.1. Fotovoltaikus napenergia¹⁴¹

A fotovoltaikus (PV) napenergia az elmúlt évtizedben a legdinamikusabban fejlődő energiatermelési technológia volt a világon. A klímasemleges energiarendszerrel foglalkozó összes forgatókönyv¹⁴² központi szerepet tulajdonít a fotovoltaikus technológiának. Az európai napenergia-stratégiáról szóló közelmúltbeli közlemény¹⁴³ körülbelül 450 GWac új fotovoltaikus rendszerkapacitás telepítésére ösztönöz 2021 és 2030 között. Tekintettel a jelenlegi tendenciára, miszerint a hálózati csatlakozás optimalizálása érdekében az AC-kapacitás 1,25–1,3-szeresének megfelelő DC-kapacitást telepítenek¹⁴⁴, a teljes névleges uniós napelem-kapacitást kb. 720 GWp-re fog emelkedni. Az uniós napenergia-stratégia a beruházások legfontosabb szűk keresztmetszeteivel és akadályaival foglalkozik a kiépítés felgyorsítása, az ellátásbiztonság garantálása és a fotovoltaikus napenergia társadalmi-

¹³⁸ SAPEA (Európai Tudományos Akadémiák tudományos szakpolitikai tanácsadása), *A systemic approach to the energy transition in Europe* (Az európai energetikai átalakulás rendszerszerű megközelítése), Berlin, 2021, <https://doi.org/10.26356/energytransition>

¹³⁹ Vízenergia, óceánenergia, geotermikus energia, koncentrált napenergia és -hő, szén-dioxid-leválasztás -hasznosítás és -tárolása, bioenergia, atomenergia.

¹⁴⁰ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

¹⁴¹ A CETO kutatási eredményeken alapuló elemzése (Chatzipanagi, A. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont): Photovoltaics in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets (Fotovoltaikus napenergia az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, 2022, doi: 10.2760/812610 JRC130720), hacsak másként nem kerül feltüntetésre.

¹⁴² A legfőképpen az olyan nem kormányzati szervezetek által előrevetített forgatókönyvek, mint a Greenpeace, az Energy Watch Group, a Bloomberg New Energy Finance, a Nemzetközi Energia Ügynökség, a Nemzetközi Megújulóenergia-ügynökség, valamint a napenergia-ipari szövetségek.

¹⁴³ COM(2022) 221 final („Uniós napenergia-stratégia”).

¹⁴⁴ Kougias I. *et al.*, The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan (A fotovoltaikus napenergia szerepe az európai zöld megállapodásban és a helyreállítási tervben), 2021 (doi: [10.1016/j.rser.2021.111017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111017)). AC: Váltakozó áram; DC: Egyenáram.

gazdasági előnyeinek az egész értékláncban való maximalizálása érdekében¹⁴⁵. A Bizottság 2022 októberében hivatalosan is jóváhagyta az Európai Napenergia-ipari Szövetséget, amely az uniós napenergia-stratégia egyik konkrét kezdeményezése, és célja az innovatív napelemes termékek és alkatrészek gyártási technológiáinak felfuttatása¹⁴⁶.

Technológiai elemzés: A szilícium-alapú napelemekből álló modulok átlagos hatékonysága a 2011. évi 15,1 %-ról 2021-ig 20,9 %-ra nőtt¹⁴⁷. Ez a nagyobbra vágott lemezek és a jobb hatásfokú napelemek használatának, többek között a több csomópontos cellakialakításnak köszönhető. Európa jelentős szakértelemmel rendelkezik és vezető szerepet tölt be az ígéretes perovszkit-technológiában. Az e technológián alapuló napelemek előállításához jelenleg számos uniós vállalatnál, például az Evolarnál (Svédország), a Saule Technologies-nél (Lengyelország) és a Solaronixnél (Franciaország) zajlik gyártósorok telepítése.

Az európai napenergia-stratégia¹⁴⁸ célja, hogy megfordítsa a napelem-ágazat állami és magánfinanszírozásában megfigyelhető csökkenő tendenciát¹⁴⁹. Az EU ennek ellenére továbbra is számos újítással büszkélkedhet ezen a területen: jelentős számú publikációra és szabadalmi bejelentésre került sor 2017 és 2019 között. Németország önmagában ötödik helyen áll a világon a fotovoltaikus napenergiához kapcsolódó, nagy értékű találmányok szabadalmaztatásában.

Értéklánc-elemzés: Mind a termelési adatok, mind az új beruházási projektek megerősítik Ázsia, és különösen Kína dominanciáját a fotovoltaikus berendezések gyártásának területén. A 2021-eleji bejelentett 80 000 tonnás további poliszilícium-gyártási kapacitás (amely a 2020-ban megközelítőleg 650 000 tonnás összkapacitáshoz adódik hozzá), valamint a már kiépülőben lévő 118 000 tonna Kínában mind Kínában található¹⁵⁰. A szilícium-alapú napelemek, amelyeket többnyire Kínában gyártanak, a világ napenergia-termelésének több mint 95 %-át teszik ki. Az EU mindazonáltal jelentős részesedéssel rendelkezik a fotovoltaikus napenergia értékláncának a gyártóberendezés-előállítás (50 %) és az invertergyártás (15 %) szegmensében.

A globális piac elemzése: A világszinten új napenergia-termelő kapacitásokba történő beruházások 19 %-kal nőttek 2021-ben, és elérték a 205 milliárd USD-t (242,5 milliárd EUR-

¹⁴⁵ Az uniós napenergia-stratégiaiban bejelentett kiemelt kezdeményezések egyike az európai napelemes tető kezdeményezés; a Bizottság engedélyezési csomagja, amely egy jogalkotási javaslatot, ajánlásokat és egy iránymutatást foglal magában; a szárazföldi megújuló energiára, többek között a napenergiára vonatkozó nagyszabású uniós készségfejlesztési partnerség; valamint az Európai Napenergia-ipari Szövetség). Különösen az EU napelemes tető kezdeményezése kötelezővé tenné szolárpaneleknek a háztetőn való telepítését i. minden olyan új köz- és kereskedelmi épület esetében, amelynek hasznos alapterülete meghaladja a 250 m²-t 2026-ig; ii. minden meglévő, 250 m²-nél nagyobb hasznos alapterületű köz- és kereskedelmi épület esetében 2027-ig; iii. az összes új lakóépület esetében 2029-ig. Ezek az intézkedések együttesen várhatóan jelentősen növelik a napenergiát hasznosító fotovoltaikus berendezésekbe történő beruházásokat és növelik az ilyen eszközök gyártására szolgáló kapacitásokat az EU-ban.

¹⁴⁶ https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11_en

¹⁴⁷ VDMA, *International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV) (A fotovoltaikus napenergiára vonatkozó nemzetközi technológiai ütemterv)*, 2022.

¹⁴⁸ Célja különösen, hogy a következő Európai horizont munkaprogram keretében kidolgozzon egy kiemelt napenergia-kutatási és -innovációs programot, egy kutatási és innovációs pillért hozzon létre a javasolt Európai Napenergia-ipari Szövetségen belül, és a tagállamokkal közösen, az Európai Kutatási Térség keretében kidolgozzon egy napenergiára vonatkozó közös kutatási és innovációs menetrendet.

¹⁴⁹ A legfrissebb rendelkezésre álló adatok 2018-ból és 2019-ből származnak.

¹⁵⁰ Jäger-Waldau, Arnulf (2022), *Overview of the Global PV Industry (A globális fotovoltaikus ágazat áttekintése)*. In: Letcher, Trevor M. (szerk.) *Comprehensive Renewable Energy*, 2. kiadás, 1. kötet, 130–143. o. Oxford: Elsevier. Doi. 10.1016/B978-0-12-819727-1.00054-6.

t¹⁵¹). 2021-ben azonban tovább romlott az EU kereskedelmi mérlege, mivel behozatala nőtt, miközben kivitele (amely a globális export 13 %-át teszi ki) változatlan maradt. A 2021-ben és 2022-ben számos ipari ágazatban tapasztalt magasabb anyagköltségek az elemek és modulok gyártási költségeinek kivételes és eddig nem látott mértékű növekedéséhez vezetett, megfordítva az évtizedes költségcsökkentési tendenciát. Mindazonáltal a fotovoltaikus napenergia versenyképessége tovább javult a nem megújuló villamosenergia-forrásokhoz képest¹⁵². Ezért növekszik azon országok száma, ahol a fotovoltaikus napenergia-termelés a legolcsóbb energiaforrás. A fosszilis tüzelőanyagok árának természeti katasztrófák, balesetek vagy nemzetközi konfliktusok miatti emelkedése csak megerősítheti ezt a tendenciát.

Következtetesként a 2021-re és 2022-re vonatkozó legfrissebb rendelkezésre álló adatok megerősítik a korábban megfigyelt tendenciát¹⁵³. Az EU megerősítette pozícióját a napelemek egyik legnagyobb piacaként és jelentős innovátorként, különösen a feltörekvő fotovoltaikus technológiák és alkalmazások terén (mint például az agrifotovoltaikus, épületek szerves részét képező, valamint a vízen lebegő fotovoltaikus rendszerek). Az EU azonban számos kulcsfontosságú alkatrész (lemezek, öntvények, elemek és modulok) tekintetében nagymértékben függ az Ázsiából érkező behozattól, és csak a gyártóberendezés-előállítás és az invertergyártás szegmenseiben van számottevő jelenléte (amelyek jelenleg szűk keresztmetszettel küzdenek, mivel a chipek hiánycikknek számítanak¹⁵⁴). A megfizethetőség jelentette korlátok miatt felmerülő további szűk keresztmetszetek (különösen az alacsony jövedelmű háztartások és a kkv-k esetében), a túlságosan hosszú várakozási idők (például a napelemeket telepítő technikusok elégtelen szakképzettsége miatt) már most is hatással vannak a napelemek széles körű elterjedésére. Az uniós napenergia-stratégiában bejelentett intézkedések és kiemelt fellépések lehetőségeket biztosítanak a fotovoltaikus berendezésekbe történő beruházásra és a fotovoltaikus gyártási kapacitások fejlesztésére az EU-ban, valamint a behozatal diverzifikálására. Ezzel párhuzamosan a hatékonyabb és fenntarthatóbb napelemtervezési és -gyártási folyamatok irányába tett folyamatos technológiai fejlődés lehetővé tette a fotovoltaikus technológiák versenyképességének további javítását (a nem megújuló energiaforrások viszonylatában), annak ellenére, hogy a nyersanyagárak emelkedtek. Ezek az elemek erős érvet jelentenek mind az uniós termelés, mind a kiépítettség fellendítése mellett, beleértve az innovatív alkalmazásokat is.

3.2. Tengeri és szárazföldi széleenergia¹⁵⁵

A széleenergia központi szerepet játszik az EU éghajlat- és energiapolitikájában, mivel a széleenergia alkalmazásának felgyorsítása elengedhetetlen az európai zöld megállapodás, az

¹⁵¹ A 2021-es évre vonatkozóan az 1,1827 EUR/1 USD átlagos átváltási árfolyamot használjuk. Lásd: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

¹⁵² Ez annak tudható be, hogy ugyanebben az időszakban sokkal gyorsabban emelkedett a földgáz, a kőolaj és a szén ára. Lásd: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>

¹⁵³ COM(2021) 952 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

¹⁵⁴ A chipekkel kapcsolatos uniós felmérésről szóló jelentés. [European Chips Report \(Jelentés a chipek európai helyzetéről\) | Belső piac, ipar-, vállalkozás- és kkv-politika \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/economy_finance/chipec-report_en)

¹⁵⁵ A CETO kutatási eredményeiken alapuló elemzése (Telsnig, T. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory [Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont]: Wind Energy in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [Széleenergia az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról], Európai Bizottság, 2022, doi:10.2760/855840, JRC130582), hacsak másként nem kerül feltüntetésre.

„Irány az 55 %!” intézkedéscsomag és a REPowerEU célkitűzéseinek eléréséhez. A REPowerEU a szélenergia-kapacitások gyorsabb telepítését szorgalmazza: 2030-ig 510 GW szélenergia-kapacitás telepítését irányozza elő¹⁵⁶, ami az előrejelzések szerint az EU telepített villamosenergia-termelési kapacitása 31 %-ának felel meg¹⁵⁷.

Az EU 2014 óta világszerte vezető szerepet tölt be a szélenergiával kapcsolatos kutatás-fejlesztésben: a 2014–2021-es időszakban 883 millió EUR közfinanszírozást biztosított e területnek. Az összes innovatív vállalat 38 %-a foglalkozik szélenergiával, és e területen a legnagyobb induló innovatív vállalkozások száma. 2021-ben azonban csak 11 GW (ezen belül 10 GW szárazföldi és 1 GW tengeri) szélenergia-kapacitást építettek ki az EU-ban, és a 2022-es kilátások még mindig alatta maradnak a REPowerEU céljainak eléréséhez szükséges ütemnek. Kína jelenleg vezető szerepet tölt be a szélenergia-területen 338 GW összkapacitással, amely elsősorban a 2021-ben fokozódó telepítési aránynak köszönhető. Ugyanabban az évben az EU elérte a 190 GW telepített összkapacitást.

A REPowerEU céljainak elérése érdekében kulcsfontosságú a szélenergia térnyerésének felgyorsítása, amihez világos beruházási csatornákra, valamint a politikai célkitűzéseknek tényleges végrehajtási intézkedésekké alakítására lesz szükség, beleértve a szélenergia-területen engedélyezésének megkönnyítésére vonatkozó kötelezettségvállalások elfogadását.

Technológiai elemzés: A teljes globális telepített szárazföldi szélenergia-kapacitás 769 GW volt 2021-ben, majdnem háromszorosa az egy évtizeddel korábbi értéknek¹⁵⁸; csak 2021-ben 72 GW kapacitást telepítettek. 2021 rekordév volt a tengeri szélenergia terén is: 21 GW új kapacitást helyeztek üzembe világszerte, ami több mint háromszorosa a korábbi 2020-as rekordnak. A teljes globális telepített kapacitás 55 GW volt 2021-ben¹⁵⁹. Kína volt a globális telepített kapacitás növekedésének motorja: 30,6 GW szárazföldi és 16,9 GW tengeri szélenergia-kapacitást helyeztek üzembe 2021-ben.

2021 végén az EU teljes telepített szárazföldi szélenergia-kapacitása 173 GW, a teljes telepített tengeri szélenergia-kapacitása pedig mintegy 16 GW volt. A teljes szélenergia-kapacitás az EU teljes villamosenergia-felhasználásának körülbelül 14 %-át tette ki. 2021-ben a szárazföldi szélenergia-kapacitás 2010 óta a második legmagasabb éves növekedést produkálta az EU-ban (10 GW kapacitás kiépítése éves szinten¹⁶⁰). Ugyanakkor 2021-ben csak 1 GW tengeri szélenergia-kapacitást építettek ki az EU-ban¹⁶¹. Az iparági szereplők hangsúlyozzák, hogy a szélenergia folyamatos és tömeges kiépítésének egyik fő szűk keresztmetszete az engedélyezés, mivel ez késéseket okoz és visszafogja az elkészült projektek számát. Ez viszont nyomást gyakorol az ellátási lánc jövedelmezőségére. A

¹⁵⁶ SWD(2022) 230 final („A REPowerEU cselekvési terv végrehajtása: beruházási igények, hidrogén akcelerator és a biometánra vonatkozó célkitűzések elérése”). Elérhető a következő internetcímen: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>

¹⁵⁷ SWD(2022) 230 final („A telepített energiatermelési kapacitás PRIMES modellel végzett előrejelzése a REPowerEU-ban 2030-ra vonatkozóan”), 3. ábra: Nettó telepített kapacitás a REPowerEU-ban 2030-ra vonatkozóan (GWe). Elérhető a következő internetcímen: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>

¹⁵⁸ *Renewable Capacity Statistics 2022* (Megújulóenergia-kapacitási statisztikák), IRENA, Abu Dhabi, 2002.

¹⁵⁹ *Renewable Capacity Statistics 2022* (Megújulóenergia-kapacitási statisztikák), IRENA, Abu Dhabi, 2002.

¹⁶⁰ *Wind Energy in Europe: 2021 statistics and the outlook for 2022-2026* (Szélenergia Európában – 2021. évi statisztikák és kilátások a 2022–2026-os időszakra), WindEurope, Belgium, 2022.

¹⁶¹ *Wind Energy in Europe: 2021 statistics and the outlook for 2022-2026* (Szélenergia Európában – 2021. évi statisztikák és kilátások a 2022–2026-os időszakra), WindEurope, Belgium, 2022.

Bizottság a REPowerEU csomag részeként jogalkotási javaslatokat tett és iránymutatást nyújtott az engedélyezés felgyorsítása érdekében.

Értéklánc-elemzés: A szélenergia-ágazat egy mintegy 800 gyártólétesítménnyel rendelkező, globális iparágga fejlődött. Ezek többsége Kínában (45 %) és Európában (31 %) található¹⁶². Az EU megőrizte vezető szerepét a szélenergia-technológiák kapcsán benyújtott, nagy értékű szabadalmak terén: 2017 és 2019 között az értékes innovációk 59 %-át birtokolta. Az uniós turbinagyártók továbbra is vezető szerepet töltenek be a minőség, a technológiai fejlesztés, valamint a kutatás-fejlesztésbe történő beruházások terén. Az EU szélenergia-ágazata emellett számottevő kapacitással rendelkezik a nagy hozzáadott értékű alkatrészek (például tornyok, sebességváltók és lapátok) és más ipari ágazatok által is használható eszközök (például generátorok, áramátalakítók és vezérlőrendszerek) gyártására. Az EU tengeri szélenergiához kapcsolódó gyártási értéklánca főként uniós gyártóktól szerzi be az alkatrészeket. A szárazföldi szélenergia esetében ezzel szemben az EU eredeti berendezésgyártói számos különböző külföldi beszállítótól szerzik be alkatrészeiket.

A generátorok nyersanyagának nagy részét főleg Kínából importálják. A nyersanyagtermelésnek a 2030-ra kitűzött célok elérése érdekében történő növelése során esetlegesen felmerülő nehézségek kihívások elé állíthatják az EU szélenergia-ágazatát. Az erőforrások árának 2021-ben bekövetkezett emelkedése és az ellátással kapcsolatos bizonytalanságok szintén akadályt jelentenek. Az ágazat környezetvédelmi aggályokat is felvetett a kompozit szélmalomlapátok újrahasznosításával kapcsolatban. Ezért mind a nemzeti, mind az uniós szélenergiával kapcsolatos kutatási programok egyre inkább a körforgásosságra összpontosítanak.

A globális piac elemzése: Az elmúlt évtizedben az EU-nak a világ többi részével szembeni kereskedelmi mérlege pozitív maradt; 1,8 és 2,8 milliárd EUR között mozgott. 2018 óta azonban az EU Kínával és Indiával szembeni kereskedelmi mérlege negatív. A kínai eredetiberendezés-gyártók 2020-ban első alkalommal megelőzték az Európai Unión belüli megfelelő szervezeteket a globális piaci részesedés tekintetében. Az EU vezető piacai ennek ellenére jelentős számú belföldi gyártónak adnak otthont¹⁶³.

Összefoglalva: az EU szélenergia-ágazata továbbra is világelső a K+I és a nagy értékű szabadalmak terén. Köszönhető mindez a rendelkezésre álló gyártási kapacitásnak, munkaerőnek és szaktudásnak. A 2030-ra kitűzött célok elérése érdekében azonban az ágazatnak több mint kétszeresére kell emelnie az EU-ban jelenleg éves szinten telepített új kapacitás arányát.

A megújulóenergia-irányelv¹⁶⁴ végrehajtása, az annak módosítására irányuló közelmúltbeli javaslat¹⁶⁵, valamint a megfelelő 2022-es bizottsági ajánlás és iránymutatás¹⁶⁶ lebontják a

¹⁶² A rangsorban India (7 %), Brazília (5 %) és Észak-Amerika (4,5 %) követik. Lásd még: WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and Economic recovery in Europe* (Szélenergia és gazdasági helyreállítás Európában), Belgium, 2020.

¹⁶³ WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and Economic recovery in Europe* (Szélenergia és gazdasági helyreállítás Európában), 2020.

¹⁶⁴ HL L 328., 2018.12.21., 82. o.: (EU) 2018/2001 irányelv (2018. december 11.) a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról.

¹⁶⁵ COM(2021) 557 final („Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács irányelve az (EU) 2018/2001 európai parlamenti és tanácsi irányelvnek, az (EU) 2018/1999 európai parlamenti és tanácsi rendeletnek és a 98/70/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek a megújuló energia előmozdítása tekintetében történő módosításáról, valamint az (EU) 2015/652 tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről”).

technológia térnyerésének útjában álló, engedélyezéssel kapcsolatos főbb akadályokat. Ha a tagállamok egyértelműen előre jelzik a szélergia-létesítményekkel kapcsolatos terveiket, ez lehetővé teszi a jövőbeli kapacitásokra időben történő felkészülést is. Ezzel párhuzamosan a körforgásos gazdasággal foglalkozó kutatások és innováció előremozdítják az ipart a környezetvédelmi aggályok és az ellátási zavarok kezelésével, javítva ezzel az EU szélergia-ágazatának versenyképességét.

3.3.Építőipari felhasználásra szánt hőszivattyúk

Unió szinten a hőszivattyúkat egyre nagyobb mértékben támogatja az európai zöld megállapodás, az „Irány az 55 %!” intézkedéscsomag és a REPowerEU terv¹⁶⁷. A REPowerEU terv az egyedi hőszivattyúk jelenlegi telepítési arányának megkétszerezését szorgalmazza, ami összesen 10 millió hőszivattyú telepítését eredményezné a következő 5 évben, és 30 millióét 2030-ig, valamint ehhez párosulna az EU hőszivattyú-gyártási kapacitásának bővítése. Ezenkívül a nagy hőszivattyúk gyorsabb térnyerését sürgeti a távfűtési és -hűtési hálózatokban. A tetőre szerelt napelemek (és a termikus napenergia), valamint a hőszivattyúk széleskörű együttes alkalmazása, amelyek intelligens vezérléssel reagálnának a hálózati terhelésre és az árjelzésekre, hozzájárulna a fűtőrendszerek dekarbonizációjához és csökkentené a hálózati integráció jelentette kihívásokat.

Technológiai elemzés: Az építőipari felhasználásra szánt hőszivattyúk a kereskedelmi forgalomban kapható termékek. Aszerint osztályozhatók, hogy milyen forrásból nyerik ki a hőenergiát (levegő, víz vagy talaj), milyen közegbe adják le a hőt (levegő vagy víz), mi a rendeltetésük (terek fűtése vagy hűtése, háztartási víz fűtése), illetve milyen piaci szegmensbe tartoznak (kereskedelmi vagy lakóépületek, hálózatok).

A főként tér- és szanitervíz melegítésére használt hőszivattyúk esetében a mért telepített állomány Európában közel 17 millió darabot ért el 2021 végére, míg az értékesítés 2021-ben elérte a 2,18 millió darabot, ami 17 %-os összetett éves növekedési rátát jelent az elmúlt 5 évben, és 20 %-osat az elmúlt 3 évben¹⁶⁸.

Az egyedi hőszivattyúkkal kapcsolatos kutatási és innovációs tevékenységeket a következők iránti igény ösztönzi: hatékonyabb, kompaktabb és csendesebb egységek; nagyobb környezeti hőmérsékleti üzemi tartományok; az energiahálózatokkal való optimális integráció érdekében megvalósított digitalizáció; valamint a helyi energiatermelés és -tárolás. A kidolgozás alatt lévő uniós szabályozás is serkenti a nagyobb energiahatékonyságot és az életciklus alatti alacsonyabb környezeti hatást, többek között az anyagok körforgásosságát és az alacsony globális felmelegedési potenciállal (GWP) rendelkező hűtőközegek használatát. A kereskedelmi hőszivattyúkkal kapcsolatos kutatási és innovációs tevékenység például azzal foglalkozik, hogy ötvözze a hűtést és a fűtést a hőtárolással.

Az EU szilárd és egyre javuló pozícióval rendelkezik a kutatás és innováció terén. Élen jár az építőipari felhasználásra, és azon belül főként fűtésre szánt hőszivattyúkhöz kapcsolódó szabadalmak terén. A 2017–2019-es időszakban a „nagy értékű találmányokhoz” kapcsolódó szabadalmi bejelentések 48 %-át az EU-ban nyújtották be, ezt követi Japán (12 %), az

¹⁶⁶ SWD(2022) 149 final („Iránymutatás a tagállamoknak a megújulóenergia-projektek engedélyezési eljárásainak felgyorsításával kapcsolatos bevált gyakorlatokról”).

¹⁶⁷ COM(2022) 230 final („REPowerEU terv”).

¹⁶⁸ Európai Hőszivattyú Szövetség (EHPA), 2022, <https://www.ehpa.org/market-data/>

Egyesült Államok (8 %), Korea (7 %) és Kína (5 %)¹⁶⁹. A 2014–2022-es időszakban a Horizont 2020 program összesen 277 millió EUR támogatást biztosított az építőipari felhasználásra szánt hőszivattyúkkal kapcsolatos projektekhez.

Értéklánc-elemzés: A hőszivattyú-gyártási, -telepítési és -karbantartási tevékenységek 2020. évi uniós forgalma 41 milliárd EUR-t tett ki, és az elmúlt 3 évben átlagosan 21 %-kal nőtt éves szinten. 2020-ban 318 800 közvetlen és közvetett munkahely kötődött az ágazathoz, ami az elmúlt 3 évben átlagosan 18 %-os éves növekedést jelent. Ezek az adatok az összes típusú hőszivattyúra vonatkoznak, beleértve a hűtésre és/vagy fűtésre használt levegő-levegő típusú hőszivattyúkat is¹⁷⁰.

A hőszivattyúk gyártásához nincs szükség kritikus fontosságú nyersanyagokra, de érinti azt a jelenlegi világméretű félvezetőhiány.

A globális piac elemzése: Az EU-ban a főként fűtésre szánt hőszivattyúk értéklánca sok kkv-ból és néhány nagy szereplőből áll. Az importált hőszivattyúk aránya növekszik, és a kereskedelmi mérleg hiánya 2021-ben elérte a 390 millió EUR-t, szemben az öt évvel korábbi 202 millió EUR többlettel¹⁷¹. A Kínából érkező behozatal 2021-ben megduplázódott, és elérte az 530 millió EUR-t.

Összefoglalva: a hőszivattyúk már jelenleg is gyorsan terjednek, de ennek még tovább kell gyorsulnia a REPowerEU célkitűzéseinek teljesítése érdekében. Az EU-ban letelepedett beszállítóknak fel kell futtatniuk a termelésüket, hogy ki tudják venni a részüket a hőszivattyúk iránti növekvő uniós keresletből. Egyes iparági szövetségek azzal érvelnek, hogy a nagy globális felmelegedési potenciállal rendelkező hűtőközegek gyorsabb kivonása lassítaná az elterjedést egyes alkalmazásoknál, de a tilalmaknak az F-gáz-rendelet módosítására vonatkozó javaslatban¹⁷² szereplő kezdő időpontja úgy lett meghatározva, hogy az ágazat számára elegendő időt biztosítsanak az alkalmazkodásra. A telepítést végző szakképzett technikusok hiánya és a magas kezdeti költségek lassíthatják e berendezések elterjedését az EU-ban.

Az ipar egy „hőszivattyú akcelerátor” platform létrehozását szorgalmazza, amely összefogná a Bizottságot, a tagállamokat és magát az ágazatot. A platformot egyértelmű és tartós politikai jelzésekkel támogatnák, amelyek kellő bizalmat keltenének a hosszú távra tervezéshez; biztosítanák a kedvező szabályozási keretet; együttműködés, kutatások és innováció révén csökkentenék a költségeket; valamint kidolgoznának a hőszivattyúkra összpontosító készségfejlesztési paktumot. A REPowerEU terv részeként a Bizottság támogatni fogja a tagállamok arra irányuló erőfeszítéseit, hogy állami forrásaikat összevonják olyan közös európai érdeket szolgáló fontos projektek (IPCEI-k) révén, amelyek az áttörést hozó technológiákra és a hőszivattyú-értéklánc mentén megvalósuló innovációra összpontosítanak; valamint hogy létrehozzanak egy nagyszabású készségfejlesztési partnerséget a készségfejlesztési paktum keretében.

¹⁶⁹ Lyons, L. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont), Heat Pumps in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets (Hőszivattyúk az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, 2022, JRC130874.

¹⁷⁰ Az EurObserv'ER adatai alapján, 2020.

¹⁷¹ COMEXT-adatbázis, kód: 841861.

¹⁷² COM(2022) 150 final („Javaslat – Az Európai Parlamenti és a Tanács rendelete a fluortartalmú üvegházhatású gázokról, az (EU) 2019/1937 irányelv módosításáról és az 517/2014/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről”).

3.4. Akkumulátorok

Az akkumulátorok kulcsfontosságú szerepet fognak játszani az európai zöld megállapodás célkitűzéseinek elérésében és a REPowerEU terv¹⁷³ végrehajtásában, mivel a közlekedésben csökkenthetik az üzemanyag-importtól való függőséget, valamint biztosíthatják a megújuló villamos energia maximális felhasználását és csökkenthetik az energiamennyiségek korlátozásait. 2030-ra várhatóan több mint 50 millió elektromos jármű fog közlekedni az EU útjain¹⁷⁴ (ezek akkumulátorkapacitása legalább 1,5 TWh lesz), és a várakozások szerint több mint 80 GW/160 GWh kapacitású helyhez kötött akkumulátor lesz¹⁷⁵. Az EU 2035-ig fokozatosan elmozdul a nulla kibocsátású új autók felé, összhangban azzal a célkitűzéssel, hogy 2050-re a 270 millió járműből álló teljes uniós autóflotta kibocsátásmentes (főleg elektromos) legyen. Az e-mobilitás az akkumulátorok iránti kereslet fő mozgatórugója. A lítium-ion akkumulátorok várhatóan jóval 2030 után is uralni fogják a piacot, de ezzel párhuzamosan más technológiák fejlesztése is folyamatban van.

Technológiai elemzés: A chip- és magnéziumellátási zavarok ellenére az akkumulátortechnológia terjedése az EU-ban történelmi csúcsokat ért el: 2021-ben 1,7 millió új elektromos járművet adtak el, ami elérte a piac 18 %-át (szemben a 2019. évi 3 %-kal és a 2020. évi 10,5 %-kal¹⁷⁶), és megelőzte Kínát (16 %). Országos szinten az elektromos járművek értékesítése a ciprusi 1,3 %-tól a svédországi 45 %-ig terjedt. A helyhez kötött akkumulátorok uniós piaca is gyorsan növekszik, és az előrejelzések szerint 2022 végére eléri a 8 GW/13,7 GWh kapacitást¹⁷⁷. A REPowerEU célkitűzéseivel összhangban azonban a térnyerésük további gyorsítására van szükség a csúcsidezőszakbeli termelést adó gáztüzelésű erőművektől való függés csökkentése érdekében.

2021-ben az akkumulátorok átlagára 6 %-kal, körülbelül 116 EUR/kWh-ra¹⁷⁸ esett vissza a globális piacon, és mintegy 150 EUR/kWh-ra az uniós piacon. Ez beleilleszkedik egy hosszú távú tendenciába. Mivel azonban az árak 2022-ben a kínálati oldali sokkok miatt emelkednek, ez a tendencia most megfordulóban van (például 2022 tavaszán a lítium-karbonát ára 974 %-kal emelkedett 2021-hez képest¹⁷⁹). Az akkumulátoregységek legalább 15 %-kal drágábbak lesznek 2022-ben, mint 2021-ben¹⁸⁰. A hálózati méretű lítium-ion alkalmazások rendszerköltése 350 EUR/kWh volt 2021-ben¹⁸¹, az otthoni tárolórendszerek esetében pedig ennek nagyjából a kétszerese.

¹⁷³ COM(2022) 230 final („REPowerEU terv”).

¹⁷⁴ Policy scenarios for delivering the European Green Deal, European Commission (Az európai zöld megállapodás megvalósítására vonatkozó szakpolitikai forgatókönyvek), 2021. Elérhető a következő internetcímen: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en

¹⁷⁵ Policy scenarios for delivering the European Green Deal, European Commission (Az európai zöld megállapodás megvalósítására vonatkozó szakpolitikai forgatókönyvek), 2021. Elérhető a következő internetcímen: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en

¹⁷⁶ Európai Gépjárműgyártók Szövetsége (ACEA), 2022. február, <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-9-1-hybrid-19-6-and-petrol-40-0-market-share-full-year-2021/>

¹⁷⁷ European Market Monitor on Energy Storage, hatodik kiadás (EMMES 6.0), <https://ease-storage.eu/publication/emmes-6-0-june-2022/>

¹⁷⁸ BloombergNEF (BNEF), Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh (Az akkumulátorok átlagára 132 USD/kWh-ra esett vissza), 2021. november 30. A 2021. november 30-i árfolyam 0,8826 EUR/1 USD.

¹⁷⁹ Energy Storage News, „BloombergNEF predicts 30 % annual growth for global energy storage market to 2030” (A BloombergNEF évi 30 %-os növekedést jósol a globális energiatárolási piac számára 2030-ig), 2022. április 4.

¹⁸⁰ IEA, *Global EV Outlook 2022*, 2022.

¹⁸¹ Az Aurora Energy Research 2022. április 21-i, „How high can battery costs get?” (Milyen magasba szökhetnek fel az akkumulátorok árai?) című online szemináriuma alapján.

Értéklánc-elemzés: 2021-ben az EU-ban a lítium-ion akkumulátorok tömeggyártásának csaknem egészét továbbra is bizonyos tagállamokban (Magyarországon és Lengyelországban) letelepedett ázsiai gyártók végezték. Az új gigantikus méretű gyárak építése azzal fog járni, hogy az EU (különösen Németország és Svédország) fokozatosan teret hódít magának a piacon. A svéd Northvolt 2021 végén gyártotta le első 100 %-ban újrahasznosított nikkeltől, mangántól és kobaltból készült akkumulátorcelláját, és 2022-ben helyezte azt kereskedelmi forgalomba. A vállalat azt állítja, hogy rendkívül hatékony újrahasznosítási eljárást alkalmaz, amely az akkumulátorokhoz használt fémek akár 95 %-át is képes visszanyerni¹⁸².

Az EU várhatóan 2022 végére meghaladja a 75 GWh¹⁸³ telepített gyártási kapacitást (szemben a 2021 közepén mért 44 GWh-val). A jelenleg folyamatban lévő projektek azt mutatják, hogy az EU jó úton halad afelé, hogy 2025-re az akkumulátorok iránti kereslet 69 %-át, 2030-ra pedig már 89 %-át képes legyen kielégíteni¹⁸⁴. Ez javarészt az Európai Akkumulátorszövetség kezdeményezéseinek köszönhető¹⁸⁵.

A nyersanyagok szegmense, amely értéklánc korábbi szakaszában helyezkedik el (upstream), továbbra is az akkumulátor-értéklánc legkevésbé reziliens eleme. Számos uniós kezdeményezés ellenére 2021-ben nőtték az akkumulátorokhoz szükséges nyersanyagok ellátásában fellépő hiányosságok¹⁸⁶. Az elhasznált akkumulátorokat még mindig többnyire Ázsiába küldik újrahasznosítás céljából¹⁸⁷.

Az EU gyorsan fejlődik a lítium-ion technológia (nevezetesen a legjobb teljesítményű NMC¹⁸⁸ nevű alapanyag) terén, de túl lassan halad a nagy nyersanyagigényű helyhez kötött akkumulátortechnológiák (például a folyadékkáros és a nátrium-ion akkumulátorok terén – az utóbbiak jó potenciállal rendelkeznek az elektromos járművekben való alkalmazáshoz, többek között a kínai fejlesztéseknek köszönhetően). Ezenfelül az EU lassabban kezdi el alkalmazni a lítium(-ion)-vas-foszfát (LFP) technológiát, amelyet Ázsiában egyre nagyobb előszeretettel használnak, és kevésbé függ a kritikus fontosságú nyersanyagoktól.

A globális piac elemzése: Kína ellenőrzése alatt tartja a lítium-ion akkumulátorokhoz szükséges nyersanyagok globális finomítási kapacitásának 80 %-át, a cellagyártási kapacitás 77 %-át és az akkumulátor-alkatrészek gyártási kapacitásának 60 %-át¹⁸⁹. A lítium-ion akkumulátorok terén az EU kereskedelmi mérlegének hiánya 2021-ben tovább nőtt, és elérte

¹⁸² NorthVolt.com, „Northvolt produces first fully recycled battery cell” (Elkészült a Northvolt teljes mértékben újrahasznosított akkumulátorcellája), 2021. november 12.

¹⁸³ Beleértve a következőket: LG Chem (Lengyelország): 32 GWh; Samsung SDI (Magyarország): 20 GWh; Northvolt (Svédország): 16 GWh; SK Innovation (Magyarország): 7,5 GWh ([Benchmark Minerals: Europe's EV gigafactory capacity pipeline to grow 6-fold to 789.2 GWh to 2030 \[Az elektromos autókhoz való akkumulátorok európai gyártására szolgáló gigagyárak kapacitása a hatszorosára, 789,2 GWh-ra növekszik 2030-ra\] – Green Car Congress](#)). Más gyártók, például a SAFT, a MES és a Leclanché kisebb méretű kapacitásokkal járul hozzá a növekedéshez, de fokozzák termelési volumenüket.

¹⁸⁴ EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries* (Hozzájárulás az akkumulátorokkal foglalkozó magas szintű miniszteri találkozéhoz), 2022. február.

¹⁸⁵ [Európai Akkumulátorszövetség \(europa.eu\)](#).

¹⁸⁶ EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries* (Hozzájárulás az akkumulátorokkal foglalkozó magas szintű miniszteri találkozéhoz), 2022. február.

¹⁸⁷ EBA250, az Európai Akkumulátorszövetség iparfejlesztési programja, <https://www.eba250.com/>

¹⁸⁸ NMC = nikkeltől-mangán-kobalt.

¹⁸⁹ Willuhn M., *National lithium-ion battery supply chains ranked* (A nemzeti lítium-ion akkumulátorok ellátási láncainak rangsorolása), PV Magazine, 2020. szeptember 16.

az 5,3 milliárd EUR-t¹⁹⁰ (akár 25 %-os növekedés 2020-hoz képest). Az EU állítja elő a világ elektromos járműveinek nagyjából 19 %-át¹⁹¹, de nagyon alacsony részesedése van az ellátási lánc beszerzési oldalában (a kobaltfeldolgozás kivételével). Az EU-ban az elektromos buszok gyártása és üzembe helyezése (2021 végén 7 356 e-busz volt forgalomban) elenyésző Kínához képest, amely a világszinten 670 000 e-busból álló flotta több mint 90 %-át birtokolja¹⁹².

Összefoglalva: az EU egyre inkább kiépíti az olcsóbb, illetve hosszabb távú tároláshoz szükséges technológiai kapacitást (például: nátrium-ion-technológiák; cinkalapú akkumulátorok; folyadékáramos akkumulátorok) és jó teljesítményt nyújt a végtermékek terén (különösen az elektromos autók gyártásában és elterjesztésében, kivéve az elektromos buszok szegmensét). A lítium-ion technológia terén a cellagyártásban is gyors ütemben zárkózik fel, és jó úton halad afelé, hogy 2030-ra szinte önellátóvá váljon az akkumulátorgyártás terén. A belföldi nyersanyagok és a fejlett anyagok gyártásának hiánya a jelenlegi kezdeményezések ellenére azonban tartós problémát jelent. Az EU arra törekszik, hogy fokozza ez e kihívások-kezelésére irányuló erőfeszítéseit a kitermeléstől a finomításig és a feldolgozástól az újrahasznosításig, például a bejelentett, európai kritikus fontosságú nyersanyagokról szóló jogszabály révén.

3.5. Megújuló hidrogéntermelés a víz elektrolízisével

A megújuló hidrogén¹⁹³ nagy potenciállal rendelkezik arra, hogy hozzájáruljon az EU éghajlat- és energiapolitikai célkitűzéseinek megvalósításához. Használható üzemanyagaként a nehezen villamosítható ágazatokban (például a távolsági és nehézteher-szállítás); vegyi alapanyagként (például műtrágyákhoz és egyéb vegyszerekhez); valamint ipari folyamatokban (például acél- vagy cementgyártáshoz). Az előrejelzések szerint 2050-ben a hidrogén és származékai a globális energiaszerkezet 12 %-át fogják kitenni¹⁹⁴, ugyanakkor a vízelektrolízissel előállított, megújuló hidrogén jelenleg az EU össztermelésének csupán 0,1 %-át képviseli.

A REPowerEU tovább erősítette a 2020. évi hidrogén-stratégia szakpolitikai célkitűzéseit¹⁹⁵, és kitűzte a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogén tekintetében a 2030-ra vonatkozó célértékeket: 10 Mt belföldi termelés és 10 Mt behozatal (részben ammónia formájában). Az Európai Hidrogénbank felállítása felgyorsítja a megújuló hidrogén termelését és felhasználását, és segíti a szükséges infrastruktúrák összehangolt fejlesztését¹⁹⁶.

¹⁹⁰ COMEXT-adatbázis, 2022. évi adatok.

¹⁹¹ A Prodcum 2021. évi uniós gyártási adatai, valamint az elektromos járművek 2021-es globális értékesítésére vonatkozó IEA-adatok alapján.

¹⁹² IEA EV Outlook, 2022.

¹⁹³ Az Európai Bizottság meghatározása szerint a megújuló hidrogén olyan hidrogén, amelyet megújuló villamos energia felhasználásával állítanak elő, vagy olyan biomasszából nyernek, amelyre teljesül a 70 %-kal alacsonyabb CO₂-kibocsátási kritérium (a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest). Az Európai Bizottság a 2021. december 15-i gáz- és hidrogén-dekarbonizációs csomagjában (COM(2021) 803 final) meghatározta az „alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogénre” vonatkozó küszöbértéket.

¹⁹⁴ IRENA, *Geopolitics of Energy Transformation: the Hydrogen Factor* (Az energiaátalakítás geopolitikája: a hidrogén mint tényező), Abu Dhabi, 2022.

¹⁹⁵ COM(2020) 301 („Hidrogénstratégia a klímasegleges Európáért”).

¹⁹⁶ Amint az Unió 2022. évi helyzetéről szóló, 2022. szeptember 14-i értékelő beszédben elhangzott, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_22_5493

A Bizottság és a vezető uniós elektrolizátorgyártók kötelezettséget vállaltak arra, hogy 2025-ig a gyártási kapacitást tízszeresére, 17,5 GW-ra növelik¹⁹⁷. Ezenkívül a tagállamok helyreállítási és rezilienciaépítési tervei körülbelül 10,6 milliárd EUR-t különítenek el a hidrogénnel kapcsolatos technológiákra, és a Bizottság 2022-ben (júliusban és szeptemberben) két közös európai érdeket szolgáló fontos projekteket hagyott jóvá, amelyek keretében 15, illetve 13 tagállamban 5,4, illetve 5,2 milliárd EUR értékű beruházásra kerül sor.

Technológiai elemzés: A 2020-as 300 MW-os globális kapacitásból¹⁹⁸ 2021-ben Európa (beleértve az Egyesült Királyságot és az EFTA-országokat is) 135 MW telepített kapacitást tett ki. Az európai területen (beleértve az EFTA-t és az Egyesült Királyságot) telepített kapacitások 55 %-át a protoncsere-membrános, 44 %-át pedig a lúgos elektrolizátorok teszik ki¹⁹⁹.

A fajlagos energiatermelési költség a fő tényező, amely befolyásolja az elektrolizátor-beruházások gazdasági életképességét, és az emelkedő villamosenergia-árak továbbra is az egyik legfontosabb kihívást jelentik az elektrolizátorral előállított hidrogén versenyképes és gazdaságilag életképes termelése szempontjából.

A megújuló forrásokból származó európai hidrogéntermelés költsége a 6,8 EUR/kgH₂ mediántól (napelemmel történő termelés) 5,5 EUR/kgH₂ mediánig terjed (szélerőművel történő termelés) (2020. évi adatok)²⁰⁰. Az elektrolizátorok költségei a magas hőmérsékleten végzett elektrolízisnek köszönhetően várhatóan csökkenni fognak: a 2020. évi 2 130 EUR/kW-ról 2030-ra 520 EUR/kW-ra. A protoncsere-membrán és a lúgos elektrolizátorok esetében a 2030-as költségcél 500, illetve 300 EUR/kW²⁰¹.

Értéklánc-elemzés: A vízelektrolizátorok 2021-es termelési kapacitását 2,5 GW/évre becsülték Európában²⁰². A becslések szerint a globális gyártási kapacitás 6–7 GW/év (ennek körülbelül kétharmada lúgos és egyharmada protoncsere-membrános elektrolizátorokkal történik az európai és a globális piacokon egyaránt)²⁰³.

Az európai gyártási volumenek alacsonyabbak, mint Kínában és az Egyesült Államokban. A becslések szerint a kínai vállalatok rendelkeznek a lúgos elektrolízissel előállított hidrogén globális termelési kapacitásának felével, míg az amerikai vállalatok birtokolják a protoncsere-membrános elektrolizátorokkal végzett globális termelési kapacitás javát. Európa élen jár a gyártó vállalatok számát tekintve és a magas hőmérsékletű elektrolízis terén, ugyanakkor függ olyan országoktól, mint Kína, Oroszország és Dél-Afrika a szükséges kritikus fontosságú nyersanyagok ellátása kapcsán, amelyeknek csak 1–3 %-át tudja belföldről beszerezni²⁰⁴.

¹⁹⁷ Közös nyilatkozat, 2022. május 5., <https://ec.europa.eu/documents/50014/>

¹⁹⁸ *Global Hydrogen Review*, Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA), 2021.

¹⁹⁹ *The Clean Hydrogen Monitor*, Hydrogen Europe, 2021.

²⁰⁰ *The Clean Hydrogen Monitor*, Hydrogen Europe, 2021.

²⁰¹ *A 2021–2027-es időszakra szóló stratégiai kutatási és innovációs programterv*, a tiszta hidrogénnel foglalkozó partnerség.

²⁰² Az elektrolizáló készülékekkel foglalkozó európai csúcstalálkozón kiadott közös nyilatkozat, Brüsszel, 2022. május 5.

²⁰³ BNEF, 2021. Megjegyzendő, hogy a különféle források eltérő becsléseket adnak az éves termelési kapacitásra vonatkozóan.

²⁰⁴ Dolci, F. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont): Hydrogen Electrolysis - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets (Elektrolízis útján

A megújuló hidrogéntermelés elterjedésével összefüggő vízfogyasztás (jelenleg körülbelül 17 l/kgH₂) fokozni fogja az édesvízkészletek igénybevételét, ezért az új elektrolizáló berendezéseknek meg kell felelniük a víz-keretirányelv²⁰⁵ előírásainak a vízzel kapcsolatos termelési szűk keresztmetszetek megelőzése érdekében is.

A globális piac elemzése: Európa 8,4 millió tonnás teljes éves (nem megújuló) hidrogénszükségletének mindössze 0,2 %-át szerzi be a nemzetközi kereskedelemről²⁰⁶. Jóllehet a nemzetközi hidrogénkereskedés egyelőre nem tekinthető realitásnak, a REPowerEU-tervben meghatározottak szerint jelentős kereskedelmi lehetőségek rejlenek az EU jövőbeni megújuló hidrogénellátásában.

Összefoglalva: nagyobb összeszerelő rendszerek, fokozottabb automatizálás és méretgazdaságosság nélkül az EU nem tud versenyre kelni Kínával a lúgos elektrolízis terén.

A jelenlegi magas villamosenergia-árak és a kritikus fontosságú nyersanyagok néhány beszállítónál összpontosuló behozatalától való függőség az uniós elektrolizátorok értékláncának alapvető gyengeségei. Hosszú távú együttműködési megállapodásokra van szükség. Szükség van továbbá a víz elektrolíziséhez jelenleg szükséges ritka fémek és más kritikus fontosságú nyersanyagok alternatíváinak célzott kutatására. Ezen túlmenően a hosszú távú siker kulcsa a fenntartható vízellátástól és az EU megfelelő újrahasznosítási kapacitásától, valamint a kereslet „húzóerejének” és a kínálat „ösztökélő erejének” átfogó megközelítéstől függ. Az EU szabályozási és finanszírozási kereteinek támogatása, valamint a helyreállítási finanszírozás, a közös európai érdeket szolgáló fontos projektek, a kohéziós politika, az Európai horizont, a Tiszta Hidrogén Közös Vállalkozás²⁰⁷ és az Innovációs Alap révén megvalósuló nagyberuházások kulcsfontosságúak az uniós megújulóhidrogén-ágazat versenyképessége szempontjából.

3.6.Megújuló üzemanyagok

A megújuló üzemanyag-technológiák rövid távon jelentősen hozzájárulhatnak a közlekedés dekarbonizációjához, valamint az energiaellátás biztonságához és diverzifikációhoz. A REPowerEU-terv²⁰⁸ különösen a biometánt²⁰⁹ jelöli meg az EU gázellátásának diverzifikálásában kulcsfontosságú tényezőként: szorgalmazza, hogy a 2030-ra kitűzött uniós cél kétszeresére növeljék annak termelését, és így a biometánt az első számú megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos prioritássá teszi.

történi hidrogén-előállítás – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, 2022, JRC130683.

²⁰⁵ HL L 327., 2000.12.22., 1. o.: Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.

²⁰⁶ Hydrogen Europe, Clean Hydrogen Europe, 2021. A hidrogén iránti éves kereslet magában foglalja Izlandot, Norvégiát, Svájcot és az Egyesült Királyságot is.

²⁰⁷ A Tiszta Hidrogén Közös Vállalkozás 150,5 millió EUR-t különített el, a Horizont 2020 program 130 millió EUR-t bocsátott rendelkezésre, az Innovációs Alap pedig négy projektet támogatott 240 millió EUR összegű forrással 2022 közepéig.

²⁰⁸ COM(2022) 230 final („REPowerEU terv”).

²⁰⁹ Különösen akkor, ha azt szerves hulladékokból és maradékanyagokból állítják elő, így a közlekedési ágazatban használva fejlett bioüzemanyagot eredményezve.

Az „Irány az 55 %!” csomagban szereplő jogalkotási javaslatok²¹⁰ jelentős keresletet támasztanak a megújuló energia iránt a közlekedési ágazatban 2030-ban, ami jóval meghaladja a fejlett bioüzemanyagok és a nem biológiai eredetű megújuló üzemanyagok részarányára vonatkozóan a felülvizsgált megújulóenergia-irányelvre irányuló javaslatban szereplő célkitűzéseket²¹¹. Ez a közlekedési ágazatra vonatkozó 13 %-os üvegházhatásúgáz-megtakarítási célnak (amelyet pusztán villamosítás segítségével valószínűleg nem lehet elérni), valamint a közös kötelezettségvállalási rendeletre²¹² és a kibocsátáskereskedelmi rendszerről szóló irányelvre²¹³ irányuló felülvizsgált javaslatokban szereplő magasabb, 40 %-os, illetve 61 %-os ÜHG-csökkentési céloknak tudható be (ha ezeket a közlekedésből származó egyenlő hozzájárulással kell teljesíteni). A REPowerEU terv a szükséges megújuló üzemanyagok mennyiségének további növelését javasolja. Ellentétben a közúti közlekedéssel, amelynek dekarbonizációja várhatóan nagyrészt a villamos energiára és a hidrogénre fog támaszkodni²¹⁴, a RefuelEU Aviation és FuelEU Maritime kezdeményezések előrejelzése szerint a megújuló üzemanyagok a repülőgépek és hajók teljes uniós üzemanyag-fogyasztásának 5 %-át, illetve 6,5 %-át biztosítják majd a légi és tengeri közlekedési ágazatban^{215,216}.

Technológiai elemzés: Léteznek kereskedelmileg életképes módszerek (például anaerob biológiai lebontás biometáná, hidrogénezett növényi olaj és lignocellulázis etanol előállítás), de kevés a telepített kapacitás (0,43 Mt/év), és a tervezett termelési mennyiség korlátozott (1,85 Mt/év). Számos innovatív technológia (például a biomassza gázosítása Fischer–Tropsch-féle szintetikus üzemanyagok kinyerése céljából, pirolízisből származó üzemanyagok és biometanol gyártás) már szakmai körökben bemutatásra került, és készen állnak a piaci bevezetésre. Számos új generációs technológia terén jelentős előrelépés történt. Az EU fellépéseit a korszerű, főként nem újrahasznosítható hulladékokon és maradékanyagokon alapuló bioüzemanyagokra összpontosítja, és korlátozza az élelmiszerekre és alapanyagokra épülő bioüzemanyagok támogatását.

Az egyéb megújuló szintetikus tüzelőanyagok (szoláris üzemanyag, második generációs mikrobaalapú üzemanyagok és mikroalga-alapú üzemanyagok) technológiai többnyire egyelőre még csak laboratóriumi léptékűek. A szintetikus üzemanyagok esetében még a legfejlettebb technológiák sem alkalmasak kereskedelmi hasznosításra a még meglévő

²¹⁰ COM(2021) 550 final („Irány az 55 %!” az EU 2030-ra vonatkozó éghajlat-politikai célkitűzésének megvalósítása a klímasegélyesség elérése érdekében”).

²¹¹ COM(2021) 557 final („Az (EU) 2018/2001 irányelvnek, az (EU) 2018/1999 rendeletnek és a 98/70/EK irányelvnek a megújuló energia előmozdítása tekintetében történő módosítása”).

²¹² COM(2021) 555 final („Javaslat – Az Európai Parlamenti és a Tanács rendelete a Párizsi Megállapodásban vállalt kötelezettségek teljesítése érdekében a tagállamok által 2021-től 2030-ig kötelezően teljesítendő, az éghajlat-politikai fellépéshez hozzájáruló éves üvegházhatásúgáz-kibocsátás-csökkentések meghatározásáról szóló (EU) 2018/842 rendelet módosításáról”).

²¹³ COM(2021) 551 final („Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács irányelve az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Unión belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról szóló 2003/87/EK irányelv, az üvegházhatású gázok uniós kibocsátáskereskedelmi rendszeréhez piaci stabilizációs tartalék létrehozásáról és működtetéséről szóló (EU) 2015/1814 határozat és az (EU) 2015/757 rendelet módosításáról”).

²¹⁴ Az ágazat fő szakpolitikai ösztönzői a CO₂-kibocsátási szabványok, valamint az „Irány az 55 %!” csomag részeként javasolt, az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájáról szóló rendelet (AFIR).

²¹⁵ COM(2021) 633 („Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a fenntartható légi közlekedés egyenlő versenyfeltételeinek biztosításáról”).

²¹⁶ COM(2021) 562 („Javaslat – Rendelet a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású üzemanyagok tengeri közlekedésben való használatáról”).

technológiai kihívások, az elektrolízis jelenleg magas költségei, az átalakításkor keletkező jelentős veszteségek (50 %) és a magas szállítási és elosztási költségek miatt²¹⁷.

Értéklánc-elemzés: A fejlett bioüzemanyagok piaci elterjedésének útjában álló fő akadály az, hogy egyelőre nem versenyképesek a hagyományos, élelmiszernövényekből nyert bioüzemanyagokkal szemben. A fejlett bioüzemanyagok költsége a becslések szerint a hagyományos bioüzemanyagok, például a biodízel és a bioetanol piaci árának 1,5–3-szorosa (50–100 EUR/MWh). A fejlett bioüzemanyagok nagy tőkeáfordítást is igényelnek (egyetlen üzem akár 500 millió EUR-ba is kerülhet), és a fenntartható biomassza-alapanyag elérhetőségétől függenek. Jelentős potenciál rejlik a tőkeköltségek 25–50 %-os és az alapanyagköltségek 10–20 %-os csökkentésében a K+I, a nagybani telepítés és a meglévő üzemekben történő együttes feldolgozás révén.

A bioüzemanyagokkal kapcsolatos kutatás és innováció finanszírozásába fektetett magán kockázati tőke²¹⁸ átlagosan évi 250 millió EUR volt 2010 és 2021 között. Az Egyesült Államok és Kanada voltak túlsúlyban ebben a szegmensben (bár ezekben az országokban eltérő a bioüzemanyagok fogalmának meghatározása), míg az EU részesedése csupán 6 % volt az elmúlt 5 évben. Ugyanakkor az EU élen járt a nagy értékű szabadalmak terén (kétszer annyi, mint az Egyesült Államoknak). Kína rendelkezik a legtöbb alacsony innovációtartalmú szabadalommal, és az EU szabadalmi bejelentéseinek száma egyre növekszik – az Egyesült Államokhoz és Kínához hasonlóan.

A globális piac elemzése: Az EU a világ bioüzemanyag-piacának nagyjából 7 %-át birtokolja (azaz 2020-ban körülbelül 105 milliárd EUR összegű piacrészesedéssel bír), és a bioüzemanyagokat nagyrészt első generációs biodízeltől állítja elő. A forgalom 2018-ban elérte a 14,4 milliárd EUR-t²¹⁹; ennek java Franciaországban, Németországban és Spanyolországban keletkezett. Az EU-ban az értéklánc mentén 250 000 közvetlen és közvetett munkahely jött létre. Az Unió ad otthont a világ innovatív vállalatai 29 %-ának, míg a legtöbb az Egyesült Államokban és Japánban található.

A fejlett bioüzemanyagok ágazata még csak most van kialakulóban. A kereskedelmi üzemek száma még mindig meglehetősen alacsony, az ágazat által bonyolított nemzetközi kereskedelem pedig felettébb korlátozott. Az EU világelső: a 24 működő, kereskedelmi célú fejlett bioüzemanyag-üzemből 19 az Unió területén található. Svédországban és Finnországban rendelkezik a legtöbbel (12 a két országban együttesen)²²⁰.

²¹⁷ A szintetikus üzemanyagok esetében 50 %. A jelenlegi 7 EUR/literes szintetikusüzemanyag-költség 2050-ig várhatóan 1–3 EUR/literre csökken a méretgazdaságosság, az új ismeretek és a megújuló villamos energia árának várható csökkenése miatt.

²¹⁸ A magánberuházások magukban foglalják a kockázati tőkét, az üzleti angyalok által és a vállalkozás kezdeti fázisában (seed) nyújtott finanszírozásokat, valamint az anyagi támogatásokat. 2010 óta a beruházások 57 %-a az Egyesült Államokban valósult meg, 28 %-a Kanadában és csak 10 %-a az EU egészében (Közös Kutatóközpont, CETO, A fejlett bioüzemanyagokról szóló 2022. évi jelentés).

²¹⁹ A fejlett bioüzemanyagokról szóló jelentés arról számol be, hogy 2020-ban Franciaországban volt a legnagyobb ezek forgalma (valamivel több mint 2 500 millió EUR), ezt követte Németország és Spanyolország (egyenként körülbelül 1 500 millió EUR), valamint Magyarország, Románia és Lengyelország (egyenként valamivel kevesebb, mint 1 000 millió EUR) (lásd: Clean Energy Technology Observatory: Advanced biofuels in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [Fejlett bioüzemanyagok az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról], JRC130727).

²²⁰ Svédország 8, Finnország 4, Spanyolország és Olaszország két-két, Franciaország és Hollandia pedig egy-egy üzemmel rendelkezik. Az EU-n kívül az Egyesült Államok 2, Kína, Indonézia, Japán és Norvégia pedig egy-egy üzemmel rendelkezik (Közös Kutatóközpont, CETO, A fejlett bioüzemanyagokról szóló 2022. évi jelentés).

Valamennyi bioüzemanyaggal lehet nemzetközileg kereskedni. A nemzetközi kereskedelem volumene alacsonyabb, mint fosszilis üzemanyagok esetében, a fejlett bioüzemanyagok esetében pedig gyakorlatilag nem létezik. Az EU bioüzemanyag-behozatala 2014 óta folyamatosan növekszik. 2021-ben a bioüzemanyagok kereskedelmi mérlegében több mint 2 milliárd EUR hiány keletkezett: a behozatal túlnyomórészt Argentínából, Kínából és Malajziából érkezett. Hollandia és Németország a bioüzemanyagok legnagyobb uniós termelői és globális exportőrei.

Következtetésképpen, bár a megújuló üzemanyagok eddig telepített és 2030-ig telepíteni tervezett termelési kapacitása minimális, és a fenntartható alapanyagból származó fejlett bioüzemanyagok potenciálja az EU-ban korlátozott, ez az ágazat mindazonáltal hozzájárulhat az „Irány az 55 %!” csomagban meghatározott ÜHG-kibocsátáscsökkentési célok eléréséhez, és kellő mértékben kompenzálhatja a közlekedés villamosításában esetlegesen fellépő lemaradásokat. Néhány műszaki és gazdasági kockázatot még le kell küzdeni annak érdekében, hogy a közlekedésben a lehető legteljesebb mértékben ki lehessen aknázni a megújuló üzemanyagokban rejlő lehetőségeket. Az összes megújuló üzemanyag költsége, és különösen a szintetikus üzemanyagoké, továbbra is magas, mivel a megújulóenergia- és hidrogénáraktól függenek. Mindazonáltal a fejlett bioüzemanyagok a helyi fenntartható biomassza-forrásokra és rövid ellátási láncokra támaszkodnak, amelyek nagyszámú szakképzettséget igénylő munkahelyet teremtenek, csökkentik az energiaszegénységet és javítják az ipari versenyképességet. Az EU egyértelműen piacvezető a működőképes, kereskedelmi célú fejlettbioüzemanyag-üzemek és a nagy értékű innovációk területén. Az uniós vállalatok jelenleg a világ tíz legjobbja közé tartoznak, de fennáll annak a veszélye, hogy a magánfinanszírozás hiánya miatt elveszítik technológiai vezető szerepüket. Ezért a belföldi előállítású energián túlmenően figyelembe kell venni a mögöttes európai technológiák exportpotenciálját is.

3.7.Intelligens energiagazdálkodási technológiák

Az EU és a nemzeti szakpolitikai döntéshozatal egyértelműen felismerte az intelligens villamosenergia-hálózatok fontosságát az elmúlt években. Az energiarendszer integrációjára vonatkozó, 2020. évi uniós stratégia²²¹ elismerte, hogy az intelligens hálózatok jelentős szerepet töltenek be az EU energia- és éghajlat-politikai célkitűzéseinek elérésében. A transeurópai energetikai infrastruktúráról szóló, 2022-ben felülvizsgált rendelet²²² kiemelt tematikus területként hivatkozik az intelligens villamos energia megvalósítására²²³. Helyreállítási és rezilienciaépítési terveikben a tagállamok elismerték a digitális megoldásokban a tekintetben rejlő lehetőségeket, hogy az elektromos hálózatokat még intelligensebbé tegyék²²⁴. A hálózat villamosítása és intelligensebbé tétele terén történnek

²²¹ COM(2020) 299 final („A klímasemleges gazdaság létrehozása: Uniós stratégia az energiarendszer integrációjának megteremtéséért”).

²²² HL L 152., 2022.6.3., 45. o.: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/869 rendelete (2022. május 30.) a transeurópai energiaipari infrastruktúrára vonatkozó iránymutatásokról, a 715/2009/EK, az (EU) 2019/942 és az (EU) 2019/943 rendelet, továbbá a 2009/73/EK és az (EU) 2019/944 irányelv módosításáról, valamint a 347/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről.

²²³ A rendelet előírja, hogy az intelligens energiahálózatokkal kapcsolatos projektek a következő kritériumok közül legalább kettőhöz járuljanak hozzá: i. ellátásbiztonság; ii. piaci integráció; iii. hálózatbiztonság, az ellátás rugalmassága és minősége; és iv. intelligens ágazati integráció.

²²⁴ Európai Bizottság, *Helyreállítási és rezilienciaépítési eredménytábla. Tematikus elemzés: Digitális közszolgáltatások*, 2021. december.

előrelépések, de ennél többre van szükség a villamosenergia-infrastruktúra megerősítéséhez és a REPowerEU terv végrehajtásához. A kihívások közé tartozik a különböző szereplők közötti adatmegosztás, a rugalmasság, az interoperabilitás és a technológiai érettség. Az energiarendszer digitalizálásáról szóló uniós cselekvési terv²²⁵ egy sor intézkedést mutat be ezen akadályok leküzdésére.

Tekintettel az intelligens energiotechnológiák nagy számára és széles skálájára, ez a rész csupán három kulcsfontosságú technológia releváns technológiai és piaci fejleményeinek értékelésére összpontosít: i. fejlett fogyasztásmérési infrastruktúra; ii. otthoni energiagazdálkodási rendszerek; valamint iii. elektromos járművek intelligens töltése.

i. Fejlett fogyasztásmérési infrastruktúra

A fejlett fogyasztásmérési rendszerek²²⁶ számos előnnyel járnak mind az energetikai szolgáltatók, mind a fogyasztók számára (többek között alacsonyabb villanyszámlák) a fogyasztás jobb kezelése; a hálózat jobb megfigyelhetősége és ezáltal az áramszünetek jobb kezelése; a hálózatkorszerűsítések költségeinek csökkentése a villamosenergia-felhasználási csúcsok jobb kezelése; és az ügyfelek szorosabb ellenőrzése révén a fejlett ügyféloldali infrastruktúra (intelligens alkalmazások és webes portálok) használatával²²⁷.

Az intelligens fogyasztásmérési rendszerek kiépítése ugyan zajlik az EU-ban, ennek ütemét azonban tovább kell gyorsítani. 2020-ban a fogyasztók mindössze 43 %-a volt felszerelve intelligens villamos fogyasztásmérővel (ez körülbelül 123 millió készüléknek felel meg az EU-ban és az Egyesült Királyságban)²²⁸. A fejlett fogyasztásmérési rendszerek változatos funkciókat kínálnak: a legtöbb országban részletes információkkal szolgálnak egy fogyasztásmérő-interfészen keresztül a fogyasztási adatokról (például fogyasztási szint/dátum/idő) és/vagy az összesített fogyasztási adatokról.

A fejlett fogyasztásmérési rendszerekben rejlő potenciál teljes mértékű kiaknázásához azoknak az otthoni energiagazdálkodási rendszerekkel és az intelligens készülékekkel (beleértve az elektromos járművek intelligens töltését is), valamint az új energetikai szolgáltatásokkal való további integrációjára lesz szükség.

ii. Otthoni energiagazdálkodási rendszerek (HEMS)

²²⁵ Az energiarendszer digitalizációja – uniós cselekvési terv, COM(2022) 552 final.

²²⁶ A fejlett fogyasztásmérési rendszerek különféle alkotóelemekből állnak. Az intelligens fogyasztásmérők képezik a központi elemet, és ezeket kiegészítik kommunikációs hálózatok és adatkezelő rendszerek.

²²⁷ Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems, *Results from the Smart Grid Investment Grant Program* (Fejlett mérési infrastruktúra és ügyfélrendszerek – Az intelligens energiahálózatba való beruházást ösztönző támogatási program eredményei), Office of Electricity Delivery and Energy Reliability (Villamosenergia-szolgáltatási és Energiamegbihozhatósági Hivatal), az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériuma, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf

²²⁸ Észtország, Spanyolország, Olaszország, Finnország és Svédország: 90 %; Dánia, Franciaország, Luxemburg, Málta, Hollandia és Szlovénia: 70–90 %; Lettország és Portugália: 50–70 %; Görögország, Ausztria és az Egyesült Királyság: 20–50 % (Vitiello, S., Andreadou, N., Ardelean, M. and Fulli, G., Smart Metering Roll-Out in Europe: Where Do We Stand? Cost Benefit Analyses in the Clean Energy Package and Research Trends in the European Green Deal [Az intelligens fogyasztásmérés bevezetése Európában: Hol tartunk? A tiszta energiáról szóló csomagban található költség-haszon elemzések és az európai zöld megállapodásban szereplő kutatási tendenciák], *Energies*, 15. kötet, 2340. o., 2022, <https://doi.org/10.3390/en15072340>).

Az intelligens készülékek egyre fokozottabb elterjedése²²⁹ azt jelzi, hogy az otthoni energiagazdálkodási rendszereknek az adatgyűjtés, optimalizálás és harmadik felek (például energiabrokerek és energetikai szolgáltatók) felé történő kiszervezés központjává kellene válnia. A Bizottság magatartási kódexet állít össze az energiatakarékos intelligens készülékek gyártói számára, amelyben meghatározza az interoperabilitási követelményeket és a következők közötti adatmegosztás elveit: készülékek; otthon- és épületautomatizálási rendszerek; elektromosjármű-töltők; aggregátorok; valamint az elosztórendszer-üzemeltetők²³⁰.

A jelenlegi otthoni energiagazdálkodási megoldások a közvetlenül az ügyfeleknek biztosított energiafelhasználás-monitorozási alkalmazásoktól a közüzemi ügyfeleknek szánt, márkázatlan informatikai platformokig terjednek, amelyek később a végfelhasználók számára is elérhetővé tehetők. Az energetikai és/vagy elektronikai iparban igazolható tapasztalatokkal rendelkező „hagyományos” vállalatokon²³¹ túlmenően a nagy szoftvercégek, például a Google, az Apple és a Cisco is forgalmaznak otthoni energiagazdálkodási rendszereket²³². Ez a tendencia hangsúlyozza a szoftverfejlesztés növekvő szerepét a tárgyak internetének (IoT) részét képező eszközök esetében.

Az otthoni energiagazdálkodási rendszerek iránti kereslet várhatóan jelentősen növekedni fog a következő években. Például a német piac, amely az otthoni energiagazdálkodási rendszerek legnagyobb nemzeti piaca az EU-ban, várhatóan közel 460 millió USD-ra (544 millió EUR-ra²³³) fog növekedni 2027-re, míg a francia HEMS-piac 20,3 %-os összetett éves növekedési rátát érhet el a 2021–2027-es időszakban²³⁴. Ez a globális trendeket tükrözi. Az otthoni energiagazdálkodási rendszerek globális piacát 2021-ben 2,1 milliárd USD-ra (2,5 milliárd EUR-ra²³⁵) becsülték, és 2027-re 6 milliárd USD-ra (7 milliárd EUR-ra²³⁶) nőhet (2022 és 2027 között 16,5 %-os összetett éves növekedési rátával)²³⁷. Ebben a szakaszban azonban továbbra sem világos, hogy az otthoni energiagazdálkodási rendszerek csak abban segítenek a fogyasztóknak, hogy optimalizálják fogyasztásukat és kényelmüket, vagy lehetővé teszik-e a felhasználóoldali választ és a megfelelő léptékű rugalmasságot is.

²²⁹ Ilyenek például az intelligens termosztátok, az intelligens csatlakozók, az intelligens világítás, valamint a decentralizált energiaforrásokat használó készülékek, például a napelemek és az elektromos járművek.

²³⁰ [Support on the development of policy proposals for energy smart appliances \(Az energiatakarékos készülékekre vonatkozó szakpolitikai javaslatok kidolgozásának támogatása\) | Közös Kutatóközpont, Smart Electricity Systems and Interoperability \(Intelligens villamosenergia-rendszerek és interoperabilitás\) \(europa.eu\).](#)

²³¹ Például: Fortum (FI), ENEL X (IT), Bosch (DE), NIBE (SE) és Schneider Electric (FR). Az otthoni energiagazdálkodási rendszerek forgalmazóit a Bizottság részletesen ismertette 2021. évi versenyképességi jelentésében (SWD(2021) 307 final, [Staff Working Document](#)).

²³² A Google Home, az Apple Siri, illetve a Cisco energiagazdálkodási szolgáltatása példák az otthoni energiagazdálkodási szolgáltatásokra.

²³³ Ebben a bekezdésben a 2021-es évre vonatkozóan az 1,1827 EUR/1 USD átlagos átváltási árfolyamot használjuk. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²³⁴ Delta-EE, <https://www.delta-ee.com/research-services/home-energy-management/>

²³⁵ Ebben a bekezdésben a 2021-es évre vonatkozóan az 1,1827 EUR/1 USD átlagos átváltási árfolyamot használjuk. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²³⁶ Ebben a bekezdésben a 2021-es évre vonatkozóan az 1,1827 EUR/1 USD átlagos átváltási árfolyamot használjuk. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²³⁷ IMARC csoport: Home Energy Management System Market Size and Share 2022-2027 (Az otthoni energiagazdálkodási rendszerek piacának mérete és piaci részesedése a 2022–2027-es időszakban), <https://www.imarcgroup.com/home-energy-management-systems-market?msclid=5440b237b02f11eae445030f049ab37>

iii. Az elektromos járművek intelligens töltése

Az intelligens járműtöltés kulcsfontosságú szerepet fog játszani az elektromos járművek, a megújulóenergia-termelés és a hálózati szolgáltatások közötti szinergiák maximális kiaknázásában. Az elektromos járművek elterjedésének üteméből az következik, hogy az elektromos járművek rövid és középtávon várhatóan nem okoznak keresleti válságot²³⁸, de átalakíthatják a terhelési görbét²³⁹. Az intelligens járműtöltés hatása nagyobb lehet azokban a régiókban és területeken, ahol az elektromos járművek magas koncentrációja kevésbé szilárd hálózati infrastruktúrával találkozhat. Az intelligens járműtöltési technikák potenciálisan kiegyenlítő szolgáltatásokat nyújthatnak a hálózat számára, és csökkenthetik a megújuló forrásból előállított energiamennyiség korlátozását, ezáltal csökkentve a hálózat korszerűsítések szükségességét.

Az intelligens töltés számos árazási és töltési lehetőséget foglal magában, és három formában érhető el: egyirányú „járműből a hálózatba” technológia (V1G), kétirányú „járműből a hálózatba” technológia (V2G) és „járműből az otthonba vagy épületbe” (V2H-B) technológia. Az elektromos járművek intelligens töltésének piacán kulcsszereplők: ABB (Svédország/Svájc), Bosch Automotive Service Solutions Inc. (Németország), Schneider Electric (Franciaország), GreenFlux és Alfen N.V. (Hollandia), Virta (Finnország), Driivz és Tesla (USA).

Az intelligens járműtöltés globális piaca egyértelműen fellendülőben van: értékét 2020-ban 1,52 milliárd USD-ra (1,77 milliárd EUR-ra²⁴⁰), a 2021–2031-es időszakra vonatkozó összetett éves növekedési rátáját pedig 32,42 %-ra becsülték²⁴¹. A már kiforrottabb V1G-megoldásokkal ellentétben azonban a V2G- és a V2H-B-megoldások még nem érték el a széles körű piaci bevezetés szakaszát, bár egyre több kísérleti projektekre és bemutatóra kerül sor.

Az intelligens töltési infrastruktúra nagy léptékű kiépítése két kihívást tartogat: először is meg kell erősíteni a töltőpontok, az elektromos járművek és az elosztóhálózat közötti kommunikációra szolgáló interfészek szabványosítását; másodsorban a nyersanyag iránti növekvő keresletet ki kell elégíteni²⁴².

A fejlett fogyasztásmérési rendszerek, az otthoni energiagazdálkodási rendszerek és az intelligens járműtöltési megoldások várhatóan tovább fognak fejlődni. A fejlett

²³⁸ Németországban az elosztóhálózati szimulációk azt mutatják, hogy a hálózat korszerűsítésére vonatkozó követelmények meglehetősen engedékenyek lesznek mindaddig, amíg az elektromos járművek el nem érik a teljes járműállomány 20 %-át (Vertgehall, C.M. *et al.*, *Modelling Of Location And Time Dependent Charging Profiles Of Electric Vehicles Based On Historical User Behaviour* [Az elektromos járművek hely- és időfüggő töltési profiljainak modellezése a korábbi felhasználói viselkedés alapján], CIRED 2021 – 26. Nemzetközi Villamosenergia-elosztási Konferencia és Kiállítás, 2021).

²³⁹ McKinsey&Company, McKinsey Center for Future Mobility, *The potential impact of electric vehicles on global energy systems* (Az elektromos járművek globális energiarendszerekre gyakorolt potenciális hatása), 2018.

²⁴⁰ Ebben a bekezdésben a 2021-es évre vonatkozóan az 1,1827 EUR/1 USD átlagos átváltási árfolyamot használjuk. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²⁴¹ Transparency Market Research, *Smart EV Charger Market (Intelligens járműtöltési piac): 2021–2031*, 2021.

²⁴² A nyersanyagokat, például a rozsdamentes acélt, a rezet, az alumíniumot, a polikarbonátokat, az elasztomereket és a hőre lágyuló poliuretánokat használják az elektromosjármű-töltő állomások kritikus elemeinek (burkolatok, kábelek, csatlakozók, kábelszigetelés, kábelköpenyek, rugalmas vezetékek) gyártásához használják. A szilícium és a germánium az elektronikus áramkörök és kártyák gyártásához alapvető fontosságú nyersanyagok.

fogyasztásmérési rendszerek elterjedése lassabb az eredetileg tervezettnél. Az e rendszerekben rejlő lehetőségek teljes körű kiaknázásához azoknak az otthoni energiagazdálkodási rendszerekkel és az intelligens készülékekkel való szorosabb integrációja szükséges. Az intelligens készülékek növekvő jelenléte az otthoni energiagazdálkodási rendszerek iránti kereslet jelentős növekedését eredményezheti. Az intelligens járműtöltés globális piacának szintén fel kell lendülnie, de a kihívásokat le kell küzdeni.

3.8. Az egyéb tisztaenergia-technológiákkal kapcsolatos főbb megállapítások

A fenti szakaszok középpontjában a 2021-ben elemzett tisztaenergia-technológiák és -megoldások állnak²⁴³. Az ebben a részben bemutatott többi fő tisztaenergia-megoldást a kísérő CETO-jelentések tárgyalják²⁴⁴. Ezek a technológiák eltérő fejlődési szakaszban járnak, és különféle környezetekben fejlődnek. Ez azt jelenti, hogy mindegyiküknek megvannak a maga versenyképességi kihívásai és lehetőségei.

A vízenergia²⁴⁵ például jelentős mértékben elterjedt az EU-ban. A telepített kapacitás 151 GW volt 2021-ben, ami 6 GW növekedést jelent 2011-hez képest; ez a nettó uniós villamosenergia-termelés körülbelül 12 %-ának felel meg. A 44 GW-os duzzasztótárolóegységekben történő vízenergia-termelés az EU villamosenergia-tárolási kapacitásának szinte teljes egészét lefedi, és rugalmasságot biztosít az elektromos hálózat és a víztároló kapacitás tekintetében. Az előregedő flotta miatt a meglévő vízenergia-kapacitások fenntartható felújítása egyre fontosabbá válik, valamint lehetőség biztosít arra, hogy a vízenergia-flottát reziliensebbé tegyék az éghajlati és piaci változásokkal szemben. Az EU vezető szerepet tölt be a K+I területén: a világ összes nagy értékű találmányának 33 %-ával rendelkezik (2017–2019), és az összes innovatív vállalat 28 %-ának ad otthont. Az EU a globálisan bővülő piacon 2019 és 2021 között a világ vízenergia-exportjának 50 %-át adta, 1 milliárd EUR értékben. A benne rejlő potenciál teljes mértékű kibontakoztatásához azonban az EU-nak le kell küzdenie az új létesítmények és tározók társadalmi elfogadottságával és környezeti hatásaival kapcsolatos kihívásokat. Az éghajlatváltozás hatásai különféle módokon az európai vízenergiára is hatással vannak, és az energiatermeléshez használt víztározók szerepet játszhatnak e hatások egy részének enyhítésében. Létfonosságú felismerni az energiatermeléshez használt többcélú víztározók további előnyeit (az energiatermelésen túl), és ösztönözni a fenntarthatóbb (azaz kisebb környezeti hatással bíró) vízenergia-technológiákat és kapcsolódó intézkedéseket.

Az **óceánenergia**²⁴⁶ kiaknázása is fokozódik. Hosszú távon, figyelembe véve az erőforrások potenciálját, az óceánenergia az EU energiaszükségletének akár 10 %-át is fedezheti. A

²⁴³ COM(2021) 952 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

²⁴⁴ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

²⁴⁵ Quaranta, E. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont), Hydropower and Pumped Hydropower Storage in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets (Vízenergia és szivattyús vízenergia-tárolás az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, 2022, JRC130587.

²⁴⁶ Ide tartoznak a hullámenergia-, árapályenergia-, ozmotikusenergia- és óceánihőenergia-átalakítási technológiák.

tengeri megújuló energiára vonatkozó 2020. évi uniós stratégia²⁴⁷ konkrét kapacitási célokat javasolt az óceánenergiára vonatkozóan. Hosszú távú célként azt tűzte ki, hogy 2050-ig legalább 40 GW óceánenergiát kell előállítani. Az uniós vállalatok élen járnak az óceánenergia-ágazatban, és az e területen működő vállalatok java az uniós tagországokban található. Növekszik az EU-n belül és kívül telepített kapacitás mennyisége. Az egyes eszközök már hosszabb ideje táplálnak energiát a hálózatba²⁴⁸. Ugyanakkor folyamatos költségcsökkentésre és a fenntarthatóság biztosításra van szükség ahhoz, hogy a hullám- és árapályenergia-technológiák meghonosodjanak a villamosenergia-piacon, és versenyképesek legyenek más megújuló energiaforrásokkal szemben. A tesztelésre és a piaci bevezetésre szánt további finanszírozásra is szükség van a nagy léptékű bevezetésükhöz.

A geotermikus²⁴⁹ energia mind az erőművek, mind pedig a távfűtés és -hűtés terén növekedést tapasztalt, bár a többi tisztaenergia-technológiához képest lassú ütemben. 2021-ben két további geotermikus erőművet helyeztek üzembe Németországban (1 MWe és 5 MWe kapacitással²⁵⁰), így az EU összkapacitása 0,877 GWe-ra nőtt, míg a világon telepített összkapacitás körülbelül 14,4 GWe volt. 2021-ben a telepített geotermikus távfűtési és -hűtési összkapacitás elérte a 2,2 GWth-ot az EU-ban, több mint 262 rendszerrel. A legnagyobb növekedés Franciaországban, Hollandiában és Lengyelországban tapasztalható. A továbbfejlesztett geotermikus rendszerek (EGS) továbbra is számos innovációs kihívással néznek szembe, amelyek további kutatás-fejlesztést tesznek szükségessé. A geotermikusenergia-projektekbe való beruházás kockázatának csökkentése kulcsfontosságú a geotermikus energiában rejlő hatalmas potenciál kiaknázásához. Az EU-ban a főbb kihívások a költséghatékonysággal és a környezeti teljesítménnyel kapcsolatosak.

A koncentrált napenergia és -hő²⁵¹ (CSP) jelentősen hozzájárulhat a villamosenergia-termeléshez olyan helyeken, ahol erős a közvetlen napsugárzás, a benne rejlő potenciálnak azonban eddig csak töredékét aknázták ki. 2021-ben a telepített összkapacitás világszinten körülbelül 6,5 GW volt, amelyből 2,4 GW található az EU-ban. Az EU-ban nagy felvevő piaca van a technológiai hőnek is, amely részben koncentrált naphőberendezésekkel hasznosítható. Ha pénzügyi és egyéb támogatási intézkedésekkel feltárják a CSP-ben és a technológiai hőben rejlő potenciált, az kedvezőbb pozíciót biztosít az EU számára a nemzetközi versenyben. Ez különösen fontos, mivel a kínai szervezetek feltörekvően vannak a nemzetközi CSP-projektek fejlesztésében, amely területen hagyományosan az uniós vállalatok vezető szerepet töltenek be. A CSP jelentős előrelépést tett a költségcsökkentés

²⁴⁷ COM(2020) 741 final („A tengeri megújuló energiában rejlő lehetőségeknek a klímaselemleges jövő érdekében való kiaknázását célzó uniós stratégia”).

²⁴⁸ Meygen 1A árapályenergia-projekt (UK) 2018 áprilisa óta, a Mutriku hullámenergia-projekt (ES) 2011 júliusa óta, a Shetland árapályenergia-projekt pedig 2016 óta zajlik.

²⁴⁹ Bruhn, D. *et al.*, *Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont): Deep Geothermal Energy in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Geotermikus energia az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, 2022 JRC130585.

²⁵⁰ Európai Geotermikus Energia Tanács (EGEC), *2021 EGEC Geothermal Market Report* (Az EGEC 2021. évi jelentése a geotermikus energia piacáról).

²⁵¹ Taylor, N. *et al.*, *Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont): Concentrated Solar Power and Heat in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Koncentrált napenergia és -hő az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, doi: , 2022, doi: 10.2760/080204, JRC130811.

terén és annak érdekében, hogy a megbízható alternatívává nője ki magát. Az európai szervezetek vezető szerepet töltenek be a kutatásban és a technológiai fejlesztésben. Az uniós kutatók élen járnak a tudományos publikációk és az olyan nagy értékű szabadalmak kidolgozása terén, amelyek növelik a hatékonyságot és csökkentik a költségeket, amint azt a stratégiai energiatechnológiai tervben (SET-terv) szereplő, koncentrált napenergiával és -hővel foglalkozó végrehajtási terv is megállapította²⁵². A K+I kulcsszerepet fog játszani ezen a területen, amely – az EU új napenergia-stratégiájában bejelentetteknek megfelelően – uniós szinten továbbra is konkrét támogatást fog élvezni.

A szén-dioxid-leválasztás, -hasznosítás és -tárolás fejlődése az elmúlt években felgyorsult, de még mindig csak néhány ilyen létesítmény működik az EU-ban. Franciaország, Németország és Hollandia vezetik a rangsort a kutatásba és innovációba történő köz- és magánberuházások terén, és a legtöbb kapcsolódó szabadalmi kérelmet is ezen országokban található céges nyújtják be. A szén-dioxid-leválasztás, -hasznosítás és -tárolás fejlesztése útjában továbbra is állnak akadályok, főként a szabályozás végrehajtása²⁵³, a gazdaságosság, a kockázatok és bizonytalanságok, valamint a társadalmi elfogadottság tekintetében. 11 nagyszabású szén-dioxid-leválasztási és -tárolási, illetve szén-dioxid-leválasztási és -hasznosítási projektet választottak ki, amelyek az innovációs alapból támogatásban részesülnek.

A bioenergia²⁵⁴ jelenleg a megújuló energiaforrások közel 60 %-át²⁵⁵ teszi ki az EU-ban. A bioenergia továbbra is fontos számos tagállam energetikai ágazatának átalakulása szempontjából, mivel elősegíti a gazdaság dekarbonizációját, miközben növeli az energiabiztonságot és az energiaellátás diverzifikálását. A biomassza előre jelzett növekedése azt jelenti, hogy az EU számára fontos biztosítani a bioenergia fenntartható forrásokból való beszerzését és felhasználását, valamint a biológiai sokféleségre, a szénelnyelőkre és a szénkészletekre gyakorolt kedvezőtlen hatások elkerülését. A megújulóenergia-irányelv felülvizsgálatára irányuló javaslat szigorúbb fenntarthatósági kritériumokat fogalmaz meg a bioenergiára vonatkozóan, és előírja a tagállamok számára, hogy pénzügyi támogatási rendszereikben alkalmazzák a lépcsőzetes felhasználás elvét. A szerves hulladékokból és maradványokból, fenntartható módon előállított biometán hozzájárulhat a REPowerEU azon céljához, hogy csökkentse az EU importált fosszilis tüzelőanyagoktól való függőségét. A szerves hulladékok elkülönített gyűjtésének kötelezettsége, amelyet 2024-ig kell megvalósítani, kitűnő lehetőséget jelent a következő években a fenntartható biogáz-termelésre. A bioenergia rugalmas energiatermelést biztosít, kiegyensúlyozza a villamosenergia-hálózatot, és kulcsfontosságú szerepet játszik annak lehetővé tételében, hogy a változó megújuló energiaforrások (például a szél- és napenergia) magas részarányt képviselhessenek az elektromos hálózatokban.

Az EU villamosenergia-termelésének körülbelül negyedét állítják elő **atomenergiával**. 2022-ben 103 atomreaktor található az EU-ban (amelyek összkapacitása 101 GWe), és ezek adják

²⁵² https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste_en

²⁵³ Például a Londoni jegyzőkönyv megerősítése.

²⁵⁴ Motola, V. et al, Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets (Bioenergia az Európai Unióban – 2022. évi helyzetjelentés a technológiai fejlődésről, a trendekről, az értékláncokról és a piacokról), Európai Bizottság, 2022, JRC130730.

²⁵⁵ Ez a számadat magában foglalja a bioüzemanyagokat is, amelyek körülbelül 7 %-át teszik ki.

alacsony szén-dioxid-kibocsátású villamos energiájának körülbelül 40 %-át²⁵⁶. A megújuló energiaforrások mellett az atomenergia is szerepel az EU klímasemleges gazdaságról szóló hosszú távú, 2050-ig megvalósítandó stratégiai tervében. A REPowerEU terv továbbá elismeri a nukleáris alapon előállított hidrogén azon szerepét, miszerint az képes felváltani a földgázt a fosszilis összetevőktől mentes hidrogén előállításában. Az atomenergiának a jövő alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaszerkezetéhez való potenciális hozzájárulása a kutatáson és az innováción múlik, amelyek célja egyre biztonságosabb és tisztább (hagyományos és fejlett) nukleáris technológiák kidolgozása. Legalább hét uniós tagállam számos közműszolgáltató és kutató szervezete mutatott érdeklődést az új kisebb és moduláris nukleáris reaktorok (SMR-k)²⁵⁷ iránt, amelyek hozzáférést biztosítanak számukra dekarbonizált villamos energiához, a nem villamos energiával működő energiatermeléshez, például ipari és távfűtéshez, valamint a hidrogéntermeléshez. Az érdekelt uniós ágazati és állami szereplők dolgoznak egy olyan folyamat előrelendítésén, amelynek célja egy európai ipari modell kidolgozása a kisebb és moduláris nukleáris reaktorok 2030-as évek elején történő telepítésére.

4. KÖVETKEZTETÉS

A saját fejlesztésű tisztaenergia-technológiák gyors kidolgozása és bevezetése az EU-ban kulcsfontosságú a jelenlegi energiaválságra adott költséghatékony, klímabarát és társadalmilag igazságos válaszhoz.

Gyors válaszként a példátlanul magas energiaárakra az EU olyan intézkedéscsomagot terjesztett elő, amely **védi a fogyasztókat és a vállalkozásokat**, beleértve a kiszolgáltatók helyzetben lévő háztartásokat és a tisztaenergia-ágazat szereplőit is. Mindezzel biztosítja a 2030-ra és 2050-re kitűzött energia- és éghajlat-politikai célok elérését is.

Ezzel párhuzamosan az EU-nak folytatnia kell annak érdekében tett erőfeszítéseit, hogy **csökkentse a nyersanyagoktól** való függőségét és hatékonyan diverzifikálja azok beszerzési forrásait, mivel a rohamosan növekvő árak súlyos hatással vannak a tisztaenergia-technológiák versenyképességére. A létfontosságú nyersanyagokról szóló, bejelentett európai jogszabály²⁵⁸ célja, hogy hozzájáruljon ezen ambíciók eléréséhez. Az EU-nak ezenkívül **el kell mélyítenie a nemzetközi együttműködést**, és **le kell küzdenie a szakképzett munkaerő hiányát** egyes tisztaenergia-technológiákat képviselő szegmensek esetében, ugyanakkor olyan környezetet kell biztosítania, ahol a nemek között egyensúly és egyenjogúság van. Az a javaslat, hogy 2023-at a készségek európai évévé nyilvánítsák, egy lépés a szakképzett munkavállalók számának növelése felé.

Alapvető fontosságú **a tiszta energiával kapcsolatos kutatásba és innovációba történő több köz- és magánberuházás, a kapacitásbővítés és a technológiák megfizethető kiépítése**. Az uniós szabályozási és pénzügyi keretek ebben döntő szerepet játszanak. Az új európai innovációs menetrend végrehajtása mellett az uniós finanszírozási programok, a

²⁵⁶ Nukleáris Világszövetség, *Nuclear Power in the European Union* (Atomenergia az Európai Unióban), „EU nuclear power” elnevezésű táblázat, az internetes oldalhoz való utolsó hozzáférés időpontja: 2022. október 14.

²⁵⁷ Európai Bizottság, *Small Modular Reactors and Medical Applications of Nuclear technologies* (Kis, moduláris reaktorok és a nukleáris technológiák orvosi alkalmazásai), az EU Kiadóhivatala, Luxembourg, 2022.

²⁵⁸ Amint azt az Európai Bizottság elnöke az Unió helyzetéről szóló 2022. szeptember 14-i beszédében bejelentette, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_22_5493

tagállamok közötti **megerősített együttműködés** és a **nemzeti kutatási és innovációs tevékenységek folyamatos nyomon követése** nélkülözhetetlenek egy hatásos uniós K+I ökoszisztéma kialakításához, valamint a kutatás-innováció és a piaci elterjedés közötti szakadék áthidalásához, ezáltal erősítve az EU versenyképességét.

Ez a jelentés megerősíti²⁵⁹, hogy **az EU továbbra is a tiszta energiával kapcsolatos kutatás élvonalában van**, és a K+I-be történő beruházások folyamatosan nőnek (bár a pénzügyi válság előtti szint alatt maradnak). Globális szinten az EU továbbra is vezető szerepet tölt be a „zöld” találmányok és a nagy értékű szabadalmak terén: az Unió nyújtja be legtöbb szabadalmi oltalom iránti kérelmet a világon az éghajlat- és környezetvédelem (23 %), az energetika (22 %) és a közlekedés (28 %) területén. Az EU globális részesedése a tudományos publikációkban csökkent, mindazonáltal az uniós tudósok nemzetközi szinten, a globális átlagot jóval meghaladó mértékben együttműködnek és publikálnak a tiszta energiával kapcsolatos témákban. Ezenkívül az EU-ban szorosabb a köz- és a magánszféra közötti együttműködés.

Az EU megújulóenergia-ágazatának forgalma és bruttó hozzáadott értéke 2019 óta tovább nőtt, és a legtöbb uniós tisztaenergia-technológia és megoldás 2021-ben ugyanezt a tendenciát mutatta. Bár az EU kereskedelmi mérlege pozitív számos technológia, például a szélenergia terén, más technológiák (úgy mint hőszivattyúk, bioüzemanyagok és napelemek) esetében nőtt a kereskedelmi hiánya. Ez az általános tendencia részben az ilyen technológiák iránti növekvő uniós keresletnek tudható be.

Ami az egyes tisztaenergia-technológiákat illeti, a jelentés azt mutatja, hogy az EU **szélenergia-ágazata** 2022-ben is világelső a K+I és a nagy értékű szabadalmak terén, és kereskedelmi mérlege pozitív. A verseny azonban továbbra is éles, és a szélenergia-ágazatnak le kell küzdenie a jelenlegi kedvezőtlen helyzetet, amely a ritkaföldfémek iránti növekvő globális kereslet és az ellátási lánc zavarai miatt következett be. Az ágazatnak meg kell dupláznia jelenlegi éves telepítési kapacitását a REPowerEU céljainak elérése érdekében. 2022-ben az EU megerősítette a **napelemek** egyik legnagyobb piacaként és jelentős innovátorként betöltött pozícióját, különösen a feltörekvő fotovoltaiikus technológiák terén. Az értéklánc szemszögéből az EU még mindig le van maradva Ázsia mögött, és erősen függ számos alapvető összetevőtől. Az innovatív megoldások és a folyamatos technológiai fejlődés további lehetőségeket kínál e technológiák EU-ban való térnyerésére.

Az EU számos technológia esetében válaszúthoz érkezett. Teljes kiaknázásukhoz még számos kihívást le kell küzdeni. A **hőszivattyú-ágazatnak** fel kell gyorsítania a már amúgy is gyors ütemű térnyerését, és biztosítania kell a rendszerek megfizethetőségét (különösen az alacsony jövedelmű háztartások és a kkv-k számára), az uniós beszállítóknak pedig fel kell gyorsítaniuk a termelést a harmadik országokhoz viszonyított piaci részesedésük megőrzése érdekében. Ami az **akkumulátorgyártást** illeti, az EU jó úton halad afelé, hogy 2030-ra szinte teljesen önellátóvá váljon, de a belföldi eredetű nyersanyagok és a fejlett anyaggyártási kapacitás hiánya továbbra is gondot okoz. További figyelmet kell fordítani az újrahasznosítási kapacitás növelésére és az olcsóbb, illetve hosszabb távú tárolás technológiai kapacitásának megteremtésére. Az **elektrolízissel történő hidrogéntermelés** kapcsán az EU

²⁵⁹ Az előző kiadáshoz hasonlóan: COM (2021) 952 final és SWD(2021) 307 final („Előrelépés a tisztaenergia-technológiák versenyképessége terén”).

számára előnyt jelent a kereslet és a kínálat ösztönzésére irányuló erőteljes átfogó megközelítése. Az EU értékláncban betöltött pozíciója változó (például élen jár a magas hőmérsékletű elektrolízisben, de a lúgos technológia terén nem teljesít jól a versenytársakhoz képest). A villamosenergia-árak drasztikus emelkedése és a kritikus fontosságú nyersanyagoktól való függés a fő kihívások közé tartoznak. Az EU egyértelműen piacvezető a **megújuló üzemanyagot** előállító, működőképes, kereskedelmi célú üzemek és a nagy értékű innovációk területén. Annak ellenére, hogy a megújuló üzemanyagok csak korlátozott telepített kapacitással rendelkeznek, és a tervek szerint 2030-ig ez nem fog számottevően növekedni, hozzájárulhatnak az „Irány az 55 %!” összes kibocsátás-csökkentési céljához, ha bizonyos műszaki és gazdasági kockázatokat sikerül kezelni. Az EU **digitális energiainfrastruktúrájában** megvalósuló innováció kulcsfontosságú annak biztosításában, hogy a villamosenergia-hálózat alkalmas legyen a jövő energiarendszerének kiszolgálására. Az otthoni energiagazdálkodási rendszerek és az elektromos járművek intelligens töltése iránti kereslet fellendülőben van, és várhatóan növekedni fog, valamint zajlik az intelligens fogyasztásmérési rendszer kiépítése az EU-ban (bár a tervezettnél lassabb ütemben).

Összességében elmondható, hogy az EU innovációs ökoszisztémájában megfigyelt ígéretes, pozitív tendenciák ellenére további erőfeszítésekre van szükség a strukturális akadályok és a társadalmi kihívások kezelése érdekében, amelyek az EU-ban működő éghajlat-technológiai vállalkozásokat fokozottabban hátráltatják, mint más nagy gazdaságokban. Ahhoz, hogy az EU kiaknázhassa a benne rejlő potenciált és globális vezető szerepet tölthessen be az éghajlat-technológia és a mélytechnológia területén, előnyt kell kovácsolnia tehetségei sokszínűségéből, szellemi tulajdonából és ipari kapacitásaiból, és rá kell vennie a magánbefektetőket, hogy aktívabban részt vegyenek az éghajlat-technológiai („climate tech”) és éghajlati mélytechnológiai („deep climate tech”) induló innovatív vállalkozások finanszírozásában.

A Bizottság továbbra is figyelemmel kíséri a tisztaenergia-ágazatban történő előrelépést, valamint a tagállamokkal és az érdekelt felekkel együttműködve továbbfejleszti módszertanát és adatgyűjtési eljárásait. Ezzel összefüggésben a versenyképességre vonatkozó eredményjelentés jövőbeli kiadásaihoz a Bizottság frissíteni fogja kutatási eredményeken alapuló módszertanát. Ez elősegíti a megalapozott szakpolitikai döntéshozatalt, valamint hogy 2050-re az EU versenyképes, erőforrás-hatékony, reziliens, független és klímasemleges gazdasággá váljon.

I. MELLÉKLET: MÓDSZERTANI KERET AZ EU VERSENYKÉPESSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSÉHEZ²⁶⁰

1. rész: Az EU tisztaenergia-ágazatának általános versenyképessége	2. rész: Tisztaenergia-technológiák és megoldások		
Makroökonómiai elemzés (tagállamonként és tiszta technológiáinként összesítve)	1. A technológia elemzése – Jelenlegi helyzet és kilátások	2. Az energiatechnológiai ágazat értéklánc-elemzése	3. A globális piac elemzése
<p>A legújabb fejlemények</p> <ul style="list-style-type: none"> - energiaárak és -költségek: a legújabb tendenciák - a tisztaenergia-technológiák fenntarthatósággal és körforgásos jelleggel kapcsolatos kihívásai; az EU tisztaenergia-ágazatának a (kritikus fontosságú) nyersanyagoktól való függése és ennek az EU versenyképességére gyakorolt hatásai - a Covid19-világjárvány hatása és az azt követő helyreállítás - humán tőke és készségek 	<p>Telepített kapacitás, előállítás (ma és 2050-ben)</p>	<p>Forgalom</p>	<p>Kereskedelem (import, export)</p>
<p>A kutatás és az innováció terén mutatkozó tendenciák</p> <ul style="list-style-type: none"> - köz- és magánberuházások a K+I terén - szabadalmaztatás és nagy értékű szabadalmak (az EU-ban és tagállamonként) 	<p>Energiatermelés költsége/fajlagos költsége (LCoE)²⁶¹ (ma és 2050-ben)</p>	<p>Bruttó hozzáadott érték növekedése Éves változás (%-ban kifejezve)</p>	<p>Globális piacvezetők kontra EU piacvezetők (piaci részesedés)</p>
<p>Globális versenykörnyezet a tiszta energia terén</p>	<p>K+I állami finanszírozása (tagállam és EU)</p>	<p>Az ellátási láncban részt vevő vállalatok száma, beleértve az uniós piacvezetőket</p>	<p>Erőforrás-hatékonyság és erőforrásoktól való függés²⁶²</p>
<p>Az EU innovációfinanszírozási környezete (a jelentős gazdaságokkal összevetve)</p>	<p>K+I magánfinanszírozása</p>	<p>Foglalkoztatás az értéklánc adott szegmensében</p>	
<p>A rendszerszintű változás szerepe a tisztaenergia-ágazatban (például digitalizáció, épületek, energiaközösségek és szubnacionális együttműködések)</p>	<p>Szabadalmi tendenciák (beleértve a nagy értékű szabadalmakat is)</p>	<p>Energiaintenzitás/munkaerő termelékenysége</p>	

²⁶⁰ Az értékelés elvégzésére az Európai Bizottsághoz tartozó Clean Energy Technology Observatory-val (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont) szoros együttműködésben került sor: Az 1. résszel kapcsolatos további információk a következő publikációban érhetők el: Georgakaki, A. *et al.*, Clean Energy Technology Observatory (Tisztaenergia-technológiai Megfigyelőközpont), Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report (Az Európai Unió tisztaenergia-technológiájának átfogó stratégiai elemzése – 2022. évi helyzetjelentés), Európai Bizottság, 2022, JRC131001. A 2. rész kapcsán az egyes technológiai jelentések a következő internetcímen érhetők el: https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

²⁶¹ Amennyiben elérhető, az energiatárolás fajlagos költsége (LCoS).

²⁶² Az értéklánc azon szegmensei, amelyek függenek a kritikus fontosságú nyersanyagoktól.

	Tudományos publikációk szintje	A közösségi termelés Éves termelési értékek	
--	---------------------------------------	---	--