

# Az Európai Unió megújuló energiaforrásainak szerepe a szén-dioxid-kibocsátás és az energiafüggőség csökkentésében

## *The Role of Renewable Energy Sources in the European Union in Reducing Carbon Dioxide Emissions and Energy Dependence*

---

*Bozsik Nándor, Tánczos Tamás és Bozsik Norbert*

[https://doi.org/10.47707/Kulugyi\\_Szemle.2024.2.1](https://doi.org/10.47707/Kulugyi_Szemle.2024.2.1)

**Összefoglaló:** A megújuló energia egyre fontosabb szerepet játszik az Európai Unió klíma- és energiapolitikájában, illetve a fosszilis energiaforrások részleges pótlásában is meghatározóvá vált. Az orosz–ukrán háború fejleményei pedig még inkább szükségessé teszik a fokozott felhasználását, ha az EU csökkenteni akarja az orosz energiától való függőségét. A legtöbb uniós tagállam az elmúlt időszakban a megújuló energiaforrások alkalmazása felé mozdult el. Ezt jól tükrözi azok növekvő aránya az energiafelhasználásban. A cikkben az EU-tagországok primerenergia-fogyasztását, valamint a megújuló és a nem megújuló energiaforrások kapcsolatát elemezzük. A Pearson-korrelációs számítás alapján az eredmények azt mutatják, hogy az Európai Unióban egyre inkább a megújulók váltják fel a fosszilis – elsősorban szén – tüzelőanyagokat. Ez egy fontos és pozitív folyamat, mivel a szén a legtöbb szén-dioxid kibocsátásáért felelős fosszilis energiahordozó. A kibocsátás csökkentését az Európai Unió a jövőben leginkább a gáz és a megújuló energiaforrások együttes és növekvő felhasználásával tudja elérni.

**Kulcsszavak:** Európai Unió, fosszilis energia, Pearson-korreláció, megújuló energiák, primerenergia-fogyasztás

**Abstract:** *Renewable energy has been playing an increasingly important role in the EU's climate and energy policy, and also has been becoming decisive in the partial replacement of fossil energy sources. The Russia–Ukraine war makes the increasing use of renewables even more necessary if the EU wants to reduce its dependence on Russian energy. Most EU member states have moved towards the use of renewable energy in the recent period. This is clearly demonstrated by the increasing share of renewable energy sources in the composition of their energy consumption. In the article, we analyzed the primary energy consumption of the EU countries and*

*the relationship between renewable and non-renewable energy sources. Based on the correlation calculation, our research shows that renewables are replacing fossil fuels (especially coal) in the European Union. This is an important and positive development, since coal is the fossil energy carrier responsible for most carbon dioxide emissions. In the future, the European Union can best achieve a reduction in carbon dioxide emissions through the combined and increasing use of gas and renewable energy sources.*

**Keywords:** *European Union, fossil energy, correlation, renewable energies, primary energy consumption*

## Bevezetés<sup>1</sup>

A Föld népessége az utóbbi évtizedekben jelentősen megnövekedett, és 2022-re elérte a 8 milliárdot, 2037-re pedig akár 9 milliárd is lehet.<sup>2</sup> A demográfiai robbanás hatására az energiaigény is egyre nő. Az energiafogyasztás létfontosságú szerepet játszik a gazdasági bővülésben, az ipar különböző ágazataiban, ezenkívül a társadalmi jólét növelésében is.<sup>3</sup> A gazdasági helyzet javulása, a népesség magasabb átlagéletkora pozitív kapcsolatban áll az energiafogyasztással – s így az üvegházhatású gázok növekvő mértékű kibocsátásával.<sup>4</sup>

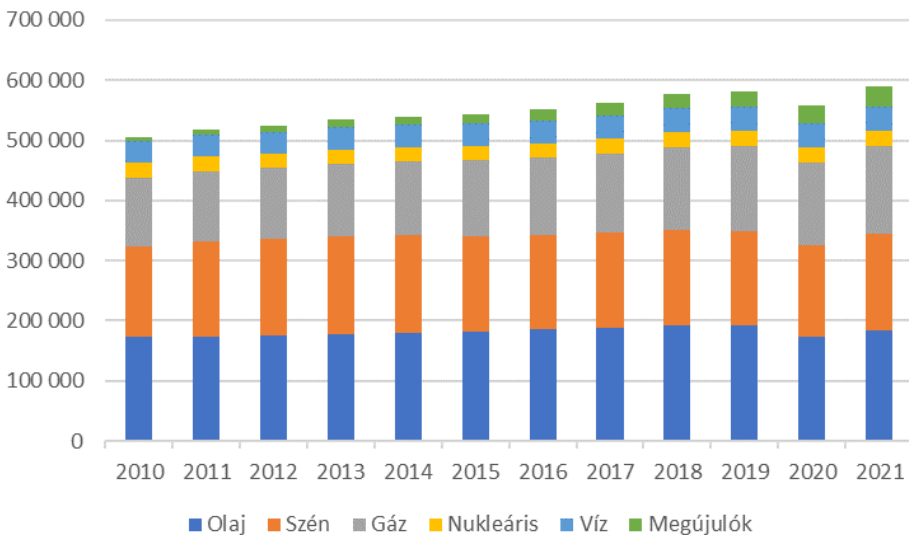
Az előrejelzések szerint a világ energiaigénye 2050-ig elképesztő mértékben, körülbelül 50 százalékkal fog növekedni, s ez a folyamat már 2018-ban megkezdődött.<sup>5</sup> A hagyományos nyersanyagok – mint a szén, az olaj és a földgáz – felhasználása nemcsak a környezetszennyezés növelésével jár, de a természeti erőforrások kimerüléséhez is vezet. A víz, a szél, a nap, a biomassa és a geotermikus energia viszont olyan megújuló energiaforrás, amely a légszennyezés és a klímaváltozás csökkentésében komoly szerepet játszhat, mivel a felhasználásuk minimális szén-dioxid-kibocsátással jár.<sup>6</sup>

Az energiahatékonyság javulása mérsékli az energiaigény növekedését,<sup>7</sup> ugyanakkor a megújulók szerepe meghatározóvá válik a fosszilis energiahordozók részleges helyettesítésében.<sup>8</sup> Ez annak ellenére is igaz, hogy azok gyakran kisebb mennyiségben állnak rendelkezésre, a termelésük nem szabályozható, illetve egy részük az időjárási viszonyok alakulásától függ. A bruttó hazai termék, a népesség, a munkaerő, valamint az üvegházhatású gázok kibocsátásának globális növekedése következtében a bolygónak az energiafogyasztása is folyamatosan emelkedik.<sup>9</sup>

## A világ energiahelyzete a 2010-es években

A világ energiafogyasztása a 2010 és 2021 közötti időszakban 16,5 százalékkal növekedett (505.799-ről 589.354 petajoule-ra),<sup>10</sup> ezen belül azonban – a Covid19-járvány keresletcsökkentő hatásaként – 2019 és 2021 között a fosszilis tüzelőanyagoké nem változott. A globális energiafogyasztásban továbbra is az olaj, a szén és a földgáz a meghatározó. A fosszilis tüzelőanyagok közül az említett időszak végén is a kőolaj felhasználása volt a legjelentősebb (184.213 PJ), azt követte a széné (160.104 PJ) és végül a földgázé (145.349 PJ). Az adatok ismeretében kijelenthető, hogy a fosszilisok adták a Föld energiafogyasztásának a 82,5 százalékát (1. ábra). A nem fosszilis tüzelőanyagok jelentősége sokkal kisebb volt: az atomenergia 4,3 (25.313 PJ), a vízenergia 6,8 (40.260 PJ), a megújulók pedig 5,8 százalékot (34.115 PJ) tettek ki a világ teljes energiafelhasználásából.<sup>11</sup> Az utóbbiaké azonban így is 345 százalékkal nőtt 2010 és 2021 között (7.659-ről 34.115 PJ-ra). Ugyanakkor az energiafelhasználás és annak a növekedési üteme nagyon egyenlőtlenül oszlik el a Földön. 2021-ben a legnagyobb energiafelhasználó Kína volt (26,5%), azt követte az Amerikai Egyesült Államok (15,6%), India (6,7%), Oroszország (5,3%) és Japán (3,0%).

1. ábra<sup>12</sup>  
A világ energiafogyasztásának alakulása (petajoule)



A világ primerenergia-felhasználása 31.000 PJ-lal nőtt 2021-ben, ami az eddigi legnagyobb növekedést jelenti, és meghaladta a Covid19 miatt 2020-ban bekövetkezett, radikális mértékű csökkenést. A megújulóenergia-fogyasztás 2019 és 2021 között 8.000 PJ-lal emelkedett. Az előrejelzések szerint a globális a primerenergia-felhasználás 2030-ig évente 2,4 százalékkal lesz nagyobb. A primerenergia-fogyasztás 2021-es növekedése alapvetően a feltörekvő gazdaságokhoz köthető, ahol a korábbinál 13.000 PJ-lal több energia fogyott.<sup>13</sup> A prognózisok azt vetítik előre, hogy a világ primerenergia-fogyasztása 2036-ban, a jelenleginél mintegy 9 százalékkal magasabb szinten (643.000 PJ-on) fog tetőzni, majd vélhetőleg 3 százalékkal csökken 2050-re. Miközben a világ még ki sem lábalt a Covid19 okozta sokkból, a globális gazdaságnak egy újabb krízissel kellett szembenéznie 2022 februárját követően: az orosz-ukrán háborúval. A háború az energiapiacokat is érzékenyen érintette, ahol Oroszország az egyik legjelentősebb szereplőnek számít.

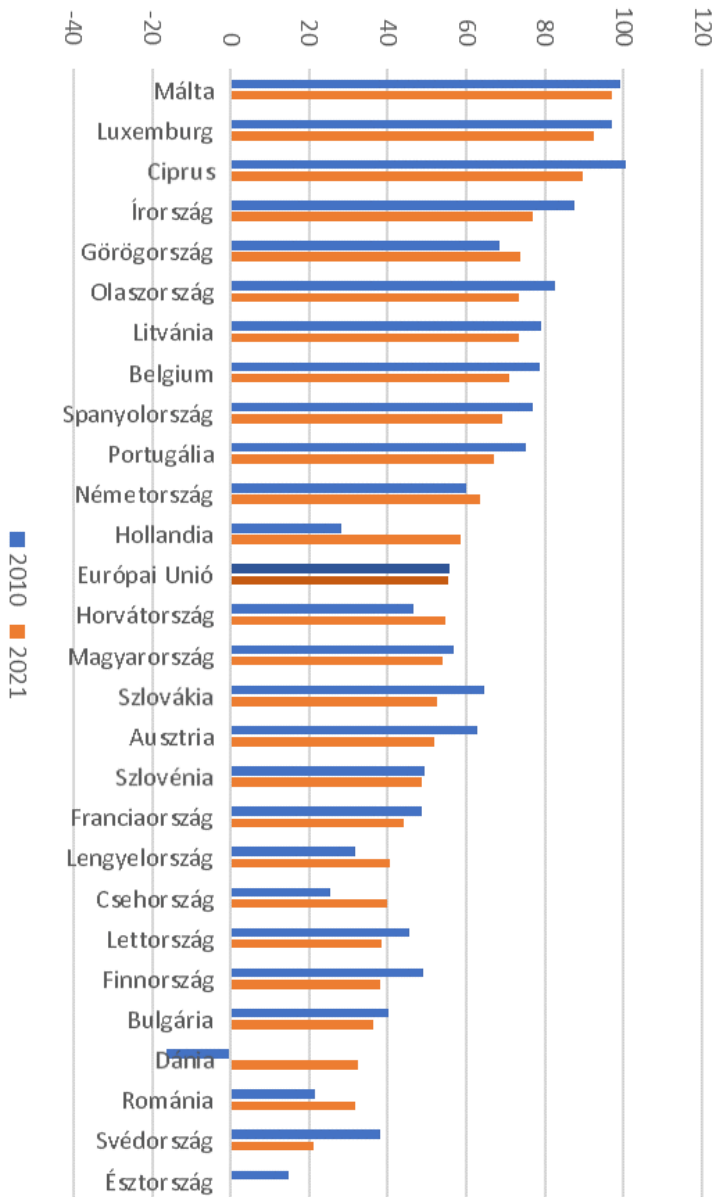
## **Az európai uniós energiahelyzet a vizsgált időszakban**

Az Európai Unió országai az eltérő földrajzi adottságaikból adódóan különböző energiaforrásokkal rendelkeznek, amelyek a következők: a szén, a földgáz, a kőolaj, az atomenergia és a megújuló energiák. Az EU összes primerenergia-termelése 2021-ben 23.994 PJ volt, ami 17 százalékos visszaesést jelentett 2010-hez képest. A fosszilis tüzelőanyagok aránya a primerenergia-felhasználásban 90-ről 70 százalékra csökkent ugyanezen időszakban, ami elsősorban a szénfogyasztás három évtizede tartó visszaszorításának tulajdonítható. Az uniós primerenergia-termelésből a szén 16, az olaj 4, a földgáz 7, a megújuló 41, a nukleáris energia pedig 32 százalékot tett ki 2021-ben.

A primerenergia-termelés összetétele országonként igen eltérő. A megújuló energia az egyetlen elsődleges energiaforrás Máltán, de néhány más EU-országban is domináns: Cipruson, Lettországon és Portugáliában 95 százalékot meghaladja a részesedése. Az atomenergia jelentős energiaforrás Franciaországban (75%), Belgiumban (63%) és Szlovákiában (60%). A szén a meghatározó Lengyelországban (71%), Észtországban (58%) és Csehországban (45%), míg Hollandiában és Írországon a földgáz játszik jelentékeny szerepet (63, illetve 47%-os részesedéssel), a kőolaj pedig Dániában a legfontosabb (45%-kal).

Az Európai Unióban a rendelkezésre álló energiát egyrészt a tagállamokban termelik meg, másrészt harmadik országokból importálják. A belső termelés visszaesése következtében az EU-nak egyre inkább a primerenergia-importra kellett támaszkodnia a kereslet kielégítése végett. Az uniós energiafelhasználás 51.249 PJ importból történt 2021-ben, miközben 17.262 PJ-nyit exportált. Az EU a világ legnagyobb energiainportőre: az összes felhasznált energia 58 százaléka behozatalból származik. Több tagállama is nagymértékben függ

2. ábra<sup>14</sup>  
Az Európai Unió tagállamainak energiafüggősége (százalék)



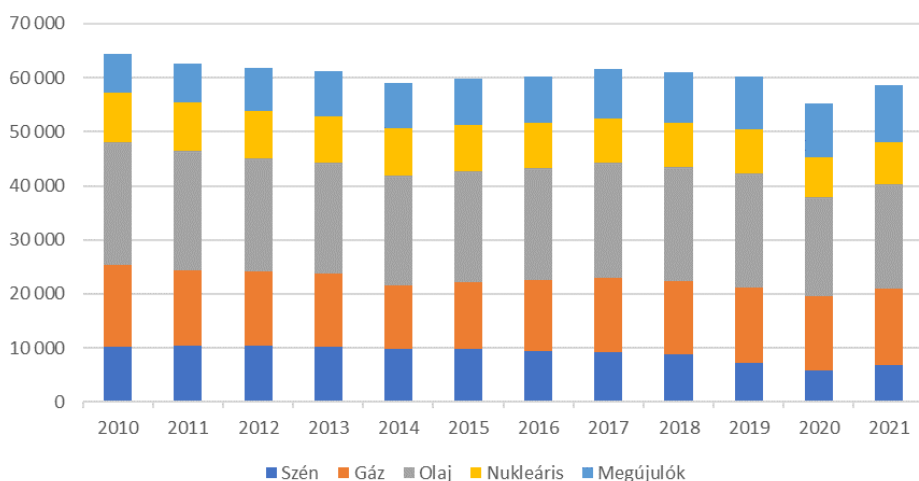
egyes beszállítóktól, ami kiszolgáltatottá teszi az adott országot. Kőolajból, földgázból, valamint szénből a legjelentősebb beszállítója Oroszország: a teljes importon belül a kőolaj mintegy 30, a földgáz 43, a szilárd fosszilis tüzelőanyag (főleg szén) 54 százaléka onnan érkezik. A 2022-ben kezdődött orosz–ukrán háború gazdasági válságot idézett elő, amely arra készítette az Európai Uniót, hogy drasztikus gazdasági szankciókat vezessen be Moszkva ellen, még akkor is, ha egyes országok – például Belgium, Magyarország vagy Görögország – továbbra is erősen függenek az orosz energiaforrásoktól.<sup>15</sup>

Egy ország energiafüggőségi rátája az általa importált és a teljes fogyasztás hányadosa, és azt mutatja meg, hogy egy gazdaság az energiaszükséglete kielégítése tekintetében mennyire függ más országoktól. Az EU a saját szükséglete 42 százalékát állította elő 2021-ben, 58 százalékát pedig importálta. A tagállamok importfüggősége ugyanakkor igen széles skálán mozog: Máltáé, Ciprusé és Luxemburgé 90 százalék körüli volt 2021-ben, viszont Észtországé csak 1,4 százalékot tett ki (2. ábra).

Az Európai Unió bruttó energiafogyasztása 9,1 százalékkal, 64.464-ről 58.578 PJ-ra csökkent 2010 és 2021 között. A bruttó energiafelhasználásban a fosszilis tüzelőanyagok dominálnak, amelyek 68,7 százalékot tesznek ki. Tételeken: a kőolaj 32,8 (19.200 PJ), a földgáz 24,3 (14.242 PJ), a szén pedig 11,6 százalékot (6.794 PJ) képviselt 2021-ben. A nem fosszilis tüzelőanyagok szerepe szintén jelentős. A nukleáris energia a teljes uniós energiafelhasználás 13,3 százalékát (7.815 PJ) tette ki 2021-ben (3. ábra).<sup>16</sup>

3. ábra<sup>17</sup>

Az Európai Unió bruttó belföldi energiafogyasztásának alakulása (petajoule)



Az EU – vízenergia nélkül mért – megújuló energiára vonatkozó fogyasztása 2021-ben elérte a 10.526 PJ-t, ami a teljes energiafogyasztás 18 százalékát tette ki. A legnagyobb részesedést a biomassza képviselte, 44 százalékkal, azt követte a víz- (14%) és a szélenergia (12%), majd a biogáz (9%), a biodízel (5%), a települési hulladék (5%), a nap- (4%) és a geotermikus (3%), valamint az egyéb energia (4%). Az Európai Unióban a megújulók adták a villamosenergia-termelés 20,6 százalékát, továbbá a közlekedésben 7,1, a fűtés és hűtés terén pedig 18,1 százalékot képviseltek 2021-ben.

### *A megújuló energiaforrások szerepe az Európai Unió energiapolitikájában*

A megújuló energiaforrások az emberiség számára óriási potenciállal bírnak, mivel a kínálatuk nagyságrendekkel meghaladja a világ energiaigényét, ezért jelentős lesz a részesedésük a jövő globális energiaportfóliójában.<sup>18</sup> Rövid távon a biomassza tekinthető az egyik legjobb megoldásnak, mert a legnagyobb mennyiségben állhat rendelkezésre,<sup>19</sup> s így a globális üzemanyag-ellátás jelentős részét biztosíthatja.<sup>20</sup> Ma már számos megújulóenergia-technológia ismert, azonban azok még a fejlesztési ciklus különböző fázisaiban vannak.<sup>21</sup> A víz- és a bioenergia a fő energiaforrás világszerte, bár még mindig csak a töredékét használjuk fel ezeknek az erőforrásoknak.<sup>22</sup> Ezért is fontos a minél sokrétűbb alkalmazásuk, felhasználásuk.<sup>23</sup>

A víz-, szél-, nap- és biomassza-energia ma még drágább, mint a fosszilis alapú energiatermelés.<sup>24</sup> A folyamatosan csökkenő fosszilis készletek és az energiaárak emelkedése miatt azonban egyre inkább megéri a megújuló energiaforrásokra történő áttérés.<sup>25</sup><sup>26</sup> A megújulók felhasználásának bővülését továbbra is a jól tervezett energiapolitika és a technológiák fejlődésének a kombinációja mozdítja elő. E téren a szakpolitikai támogatás elsősorban az energiatermelésre irányul, ma még a fűtés és hűtés esetében, illetve a közlekedési ágazatban késlekedik a megújulótechnológiák támogatása.<sup>27</sup>

A megújuló energiaforrások hasznosításának egyre nagyobb szerepe van az Európai Unió klíma- és energiapolitikájában. Azáltal ugyanis, hogy a tagállamok több megújuló energiát használnak fel az energiaszükségleteik kielégítésére, az EU egésze csökkentheti az importált fosszilis tüzelőanyagoktól való függőségét, egyúttal fenntarthatóbbá teszi az energiatermelését. Gazdasági és környezetvédelmi érdekek hatására az uniós vezetők az 1990-es évek végén a megújuló energiaforrások hasznosításának növelése mellett kötelezték el magukat. Az Európai Bizottság (EB) által 1997-ben kiadott Energiapolitikai fehér könyv a megújuló energiára vonatkozó közös stratégiát és cselekvési tervet tartalmazott. Az előzetes cél az volt, hogy a megújuló energiaforrások 2010-re az uniós bruttó energiafogyasztásból 12 százalékot képviseljenek.<sup>28</sup> A növekvő importfüggőség felismerését követően az EB a 2006-os zöld könyvében meghatározta

az energiapolitika három fő célját: a versenyképesség javítását, az ellátás biztonságát és a környezet védelmét.<sup>29</sup> A 2009/28/EK irányelvben a megújulókból származó energiának az Európai Unióban történő előállítására és támogatására vonatkozó átfogó politikát vázoltak fel.

Az irányelv célként tűzte ki, hogy 2020-ra a teljes energiafogyasztás 20 százaléka a megújuló forrásokból származzon, és ezt a tagállamoknak a saját nemzeti energiapolitikájuk révén kell elérniük. Ehhez arra is szükség volt, hogy mindegyik tagország ismertesse, hogy milyen lépéseket kíván tenni e cél teljesítése érdekében (a tervezetben ki kellett térni a villamos energiára, a fűtés-hűtésre, valamint a közlekedési ágazatra is – ez utóbbi terén az irányelv az üzemanyagok legalább 10 százalékára írta elő a megújulók alkalmazását). Az 1. táblázat azt mutatja, hogy 2021-ben hol tartottak az EU tagállamai az energiafogyasztásukban a megújulók felhasználása tekintetében.

A 2020-as adatok azt mutatják, hogy Franciaország kivételével minden tagállam teljesítette a megújuló energiára vonatkozó célokat. Igaz, néhányuknak (például Belgiumnak, Írországnak, Luxemburnak, Hollandiának és Szlovéniának) ez csak úgy sikerült, hogy megújuló energiát importált.<sup>30</sup> Ahogy az 1. táblázatból is látható, az Európai Unió egészében 2010 és 2021 között 0,61 százalékos volt a megújuló energia részarányának az átlagos évi növekedése, azonban országonként igen nagy eltérés tapasztalható. Kifejezetten dinamikus növekedés figyelhető meg Dánia, Észtország, Ciprus és Svédország esetében, ahol évente 1 százalékot meghaladó mértékben nőtt a megújulók aránya, míg Romániában, Magyarországon, Bulgáriában, Szlovéniában és Ausztriában igen alacsony, 0,5 százalék alatti volt ez az érték.

Az Európai Tanács (ET) 2030-ra még ambiciózusabb célokat tűzött ki – a kötelezettségek növelésével – annak érdekében, hogy az EU versenyképesebb, biztonságosabb és fenntarthatóbb energiarendszert valósítson meg. A tagállamok által elfogadott új energiacél szerint az EU végső energiafogyasztásának legalább 27 százalékát kell a megújulókból biztosítani, s így az üvegházhatású gázok kibocsátása 40 százalékkal csökkenni fog az 1990-es szinthez képest. Az EB további célja, hogy 2050-re 55-75 százalékkal növelje a megújulók arányát a bruttó végső energiafogyasztásban.<sup>31</sup>

A közép-európai országok esetében a megújulóenergia-ágazat fejlesztése az importált energia költségének a csökkentése szempontjából is fontos, ezenkívül elősegíti a szén-dioxid-kibocsátás mérséklésére irányuló cél elérését is.<sup>32</sup> Ugyanakkor sok az illúzió is a megújuló energiaforrások széles körű használata kapcsán. A fűtési célú biomassza-felhasználás csökkenése az egyre növekvő villamosítás mellett csak nagyobb energiahatékonysággal érhető el 2030-ra. Ehhez viszont jelentősen növelni kell a napenergia-kapacitást.<sup>33</sup>



1. táblázat<sup>34</sup>

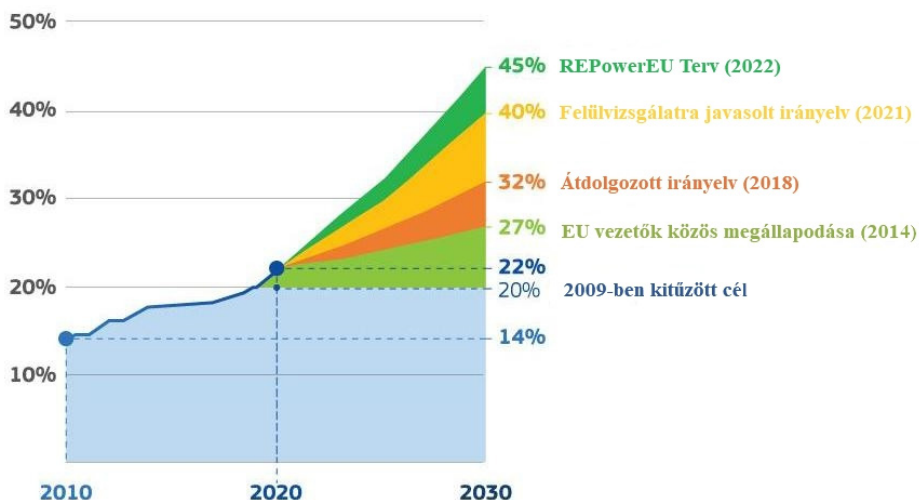
A megújuló energia részarányának alakulása a végső energiafelhasználásban az Európai Unió országaiban, a 2020-as célokkal (százalék)

	2010	2010–2012	2013–2015	2016–2018	2019	2020	2020 cél	2021	átlagos évi növekedés (százalékpont)
<b>Európai Unió</b>	<b>14,41</b>	<b>14,98</b>	<b>17,30</b>	<b>18,50</b>	<b>21,23</b>	<b>22,04</b>	<b>20</b>	<b>21,78</b>	<b>0,61</b>
Belgium	6,00	6,46	7,92	9,12	11,98	13,00	13	13,01	0,58
Bulgária	13,93	14,64	18,40	19,35	20,63	23,32	16	17,02	0,26
Csehország	10,51	11,42	14,69	14,95	17,07	17,30	13	17,67	0,60
Dánia	21,89	23,58	28,98	33,75	34,47	31,68	30	34,72	1,07
Németország	11,67	12,56	14,35	15,67	18,51	19,09	18	19,17	0,63
Észtország	24,58	25,23	26,82	29,58	33,27	30,07	25	38,01	1,12
Írország	5,76	6,46	8,37	10,22	13,56	16,16	16	12,55	0,57
Görögország	10,08	11,66	15,57	16,90	21,10	21,75	18	21,93	0,99
Spanyolország	13,78	13,73	15,73	17,05	19,93	21,22	20	20,73	0,58
Franciaország	12,67	12,24	14,35	15,89	18,54	19,11	23	19,34	0,56
Horvátország	25,10	25,75	28,28	27,86	30,27	31,02	20	31,33	0,52
Olaszország	13,02	13,78	17,12	17,83	19,19	20,36	17	19,03	0,50
Ciprus	6,16	6,51	9,16	11,39	16,36	16,88	13	18,42	1,02
Lettország	30,38	33,19	37,73	38,72	41,72	42,13	40	42,11	0,98
Litvánia	19,64	20,34	24,01	25,45	26,83	26,77	23	28,23	0,72
Luxemburg	2,85	2,94	4,32	6,83	10,16	11,70	11	11,74	0,74
Magyarország	12,74	14,08	15,11	13,49	13,53	13,85	13	14,12	0,11
Málta	0,98	1,90	4,54	7,11	10,37	10,71	10	12,15	0,93
Hollandia	3,92	4,37	5,27	6,58	11,96	14,00	14	13,00	0,76
Ausztria	31,21	31,83	33,24	33,43	35,58	36,55	34	36,45	0,44
Lengyelország	9,28	10,19	11,65	12,46	15,70	16,10	15	15,62	0,53
Portugália	24,15	24,44	28,57	30,56	32,86	33,98	31	33,98	0,82
Románia	22,83	22,47	24,51	24,45	24,12	24,48	24	23,60	0,06
Szlovénia	21,08	21,19	22,83	21,67	23,99	25,00	25	25,00	0,33
Szlovákia	9,10	9,97	11,58	11,80	17,22	17,35	14	17,41	0,69
Finnország	32,17	32,97	38,16	40,33	43,28	43,94	38	43,10	0,91
Svédország	46,10	47,71	51,17	53,30	59,49	60,12	49	62,57	1,37

Az EU energiapolitikájának a célja a tagországok energiaellátásának a biztonsága, az energiahatékonyság és -takarékoság elősegítése, valamint a megújuló energia részarányának a növelése. A tagállamok közötti szolidaritás ehhez is alapvető fontosságú, miközben mindegyik maga felel a saját energiabiztonságáért. A megújulók elterjedését befolyásolja a fosszilis erőforrásoknak az egyes országokon belüli elérhetősége is,<sup>35</sup> továbbá bizonyos körülmények, mint az eltérő nemzetközi kötelezettségek, a különböző tervezési/engedélyezési kultúrák, a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos köztudatosság és a műszaki különbségek.<sup>36</sup>

A 2018/2001/EU megújuló energia-irányelv felülvizsgálatát követően a tagállamok új kötelező érvényű célt tűztek ki maguk elé 2030-ra: annak a biztosítását, hogy az Európai Unió nettó végső fogyasztásában a megújuló energiaforrásokból előállított energia részaránya legalább 32 százalék legyen. Az Európai Bizottság 2022 júliusában bemutatta az új, 2030-ra szóló éghajlati céljait is, amelynek értelmében az évtized végére legalább 40 százalékra emelik az energiamixben a megújuló energiaforrások részesedését.

4. ábra<sup>37</sup>  
A megújulóenergia-célok alakulása



A 2022-ben kitört orosz–ukrán háború új energiapiaci helyzetet teremtett. Az Európai Bizottság közzétette a REPowerEU nevű tervet, amelynek célja az Európai Uniónak az orosz gáztól és olajtól való függőségének a 2030 előtti jelentős mértékű csökkentése, továbbá az energiahatékonyság 9-ről 14 százalékra történő emelése, valamint a megújuló energiaforrások részarányának a növelése. Ez utóbbi kapcsán a REPowerEU terv is támogatja az EB azon kérését, hogy 2030-ra 45 százalékra emeljék. A 4. ábra a megújulóakra vonatkozó energiacélok alakulását mutatja.

Mindezek mellett az „Út az 55% felé” program 2030-ra tervezett 1067 GW-os célkitűzésével szemben a REPowerEU szerint 1236 GW-ra kell növelni a teljes megújulóenergia-kapacitást.

## Anyag és módszer

Az energiastatisztikában nagyon fontos a primer és a szekunder energia szétválasztása. A dupla számbavétel elkerülése érdekében elengedhetetlen, hogy a rendszerbe belépő új (elsődleges) és az azon belül átalakuló (másodlagos) energiát külön lehessen választani. Az elsődleges energiát közvetlenül a természeti erőforrásokból, például a kőolajból, kőszénből vagy földgázból nyerik ki, vagy elsődleges alapanyagokból állítják elő. A másodlagos energiát az előző átalakításával állítják elő; ezek közé tartozik például az elektromosság, a gépjármű-üzemanyag vagy a hidrogén.<sup>38</sup> Az elsődleges energiaforrások nagyon fontos szerepet játszanak a gazdaság valamennyi ágazatában, mivel a Föld népességének növekedésével együtt a világgazdaság is gyorsan bővül.<sup>39</sup>

E tanulmányban az Európai Unió tagállamainak a bruttó belföldi energiafogyasztását elemeztük, amely az adott ország energiakeresletének a kielégítéséhez szükséges energiamennyiséget jelenti. Ezalatt a primerenergia-termelés és a nettó import (import-export) összegét értjük.

Az energiaáramlást az ún. Sankey-diagrammal szemléltethetjük (5. ábra), amelyben a nyilak az áramlás irányát, a szélességük pedig az áramlási mennyiség nagyságát mutatják.

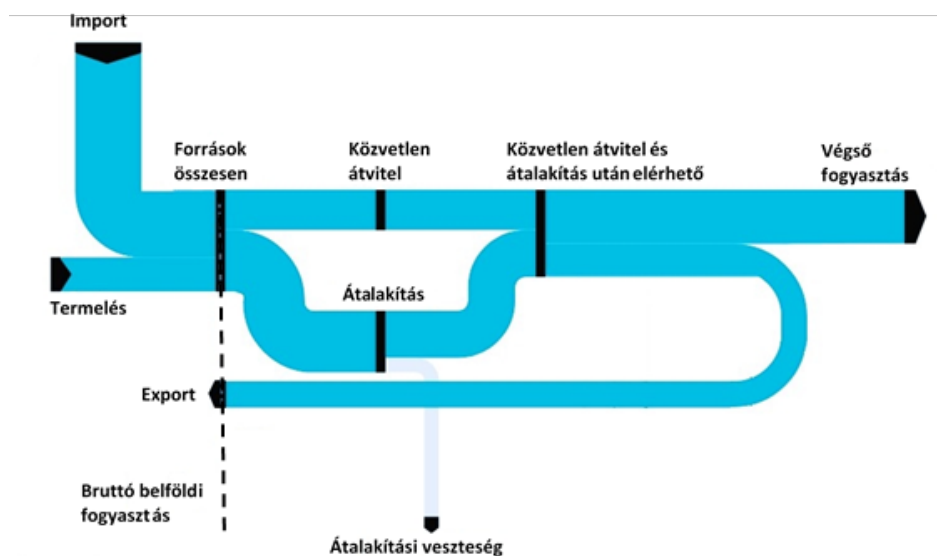
Írásunk célja az EU-tagországok bruttó belföldi energiafogyasztásának az elemzése, valamint a megújuló energia és a nem megújuló energiaforrások kapcsolatának a vizsgálata volt. Arra kerestük a választ, hogy a tagállamokban melyik nem megújuló energiahordozót sikerült felváltani megújulóval. Az energiaforrások egymással való helyettesítését a Pearson-korrelációs mátrixszal elemeztük, majd 1, illetve 5 százalékos szignifikanciaszinten értékeltük. A kiértékelés az IBM SPSS Statistics 25 nevű program segítségével történt. A vizsgálat során összehasonlító idősoelemzést alkalmaztunk.

A Pearson-korrelációs együttható szignifikanciájának tesztelésére a  $H_0$ -hipotézist fogalmazzuk meg:  $\rho=0$ . Döntésünk egy  $n$  elemű mintában számított Pearson-korrelációs együtthatón ( $r$ ) alapul.  $H_0$  elutasítása az  $r$  együttható és az  $f$  szabadságfok nagyságától függ ( $f=n-2$ ). A szignifikancia kiszámításához a  $t$ -eloszlási statisztikát használtuk, amelynek a képlete:

$$t = r \sqrt{(n-2)/(1-r^2)}$$

Az egyenlet  $t$ -re adott eredménye és a  $t$ -statisztikai táblázat segítségével meghatározható, hogy a változók közötti lineáris Pearson-korreláció szignifikáns-e, és ha igen, mekkora szignifikanciaszinten. Az  $r$  Pearson-korrelációs érték – amely  $-1$  és  $+1$  közé esik – azt mutatja meg, hogy szignifikancia esetén milyen irányú és mennyire szoros a lineáris kapcsolat a két változó között: minél közelebb van az  $r$  abszolút értéke az  $1$ -hez, annál erősebb a lineáris kapcsolat közöttük. Az  $r$  pozitív előjele a változók egyirányú változását jelenti, míg a negatív az ellentétes irányúra utal.

5. ábra<sup>40</sup>  
Az energiaáramlás egyszerűsített Sankey-diagramja



## Eredmények

### *Az EU-tagországok elsődleges energiatermelése*

Az EU-tagok közül Franciaország már hosszú ideje vezető szerepet tölt be az energiatermelésben. A primerenergia-termelése 5065 PJ volt 2020-ban, ami 11 százalékos csökkenést jelentett 2010-hez képest. A fő forrása a nukleáris energia, amely a teljes elsődleges termelés 76 százalékát tette ki 2020-ban, míg a megújulók részesedése 23, az egyebeké pedig 1 százalék volt. Franciaországot Németország követi, amelynek a primerenergia-termelése 27 százalékkal, 3923 PJ-ra csökkent a vizsgált időszakban. A megújulók részaránya viszont jelentősen emelkedett a németek teljes elsődleges energiatermelésében, és mintegy 50 százalékot tett ki 2020-ban (míg 2010-ben ez az arány csak 25% volt). A megújulók mellett a szén 25, az atomenergia 18, az olaj 3, az egyéb forrás pedig 4 százalékkal részesedik a német primerenergia-termelésben. A következő Lengyelország a rangsorban, amelynek a primerenergia-termelése 2381 PJ volt 2020-ban, azaz 15 százalékot csökkent 2010-hez képest. Fontos tény azonban, hogy az ország Európa legnagyobb széntermelője, így a fekete- és a barnaszén az energiatermelésének a fő forrása: 2020-ban a teljes elsődleges termelés 70 százalékát tette ki, míg a megújulók aránya csupán 23, az egyebeké pedig 7 százalék volt. Hollandia az EU egyik legjelentősebb energiatermelője, azonban a primerenergia-termelése drámaian visszaesett az utóbbi időkben: míg 2010-ben 2947 PJ volt, addig 2020-ra 1105 PJ-ra csökkent. Az energiatermelés fő forrása továbbra is a gáz, amely a teljes energiatermelés 65 százalékát tette ki 2020-ban. A megújulók aránya a primer energiában 27, az egyéb 8 százalék volt.

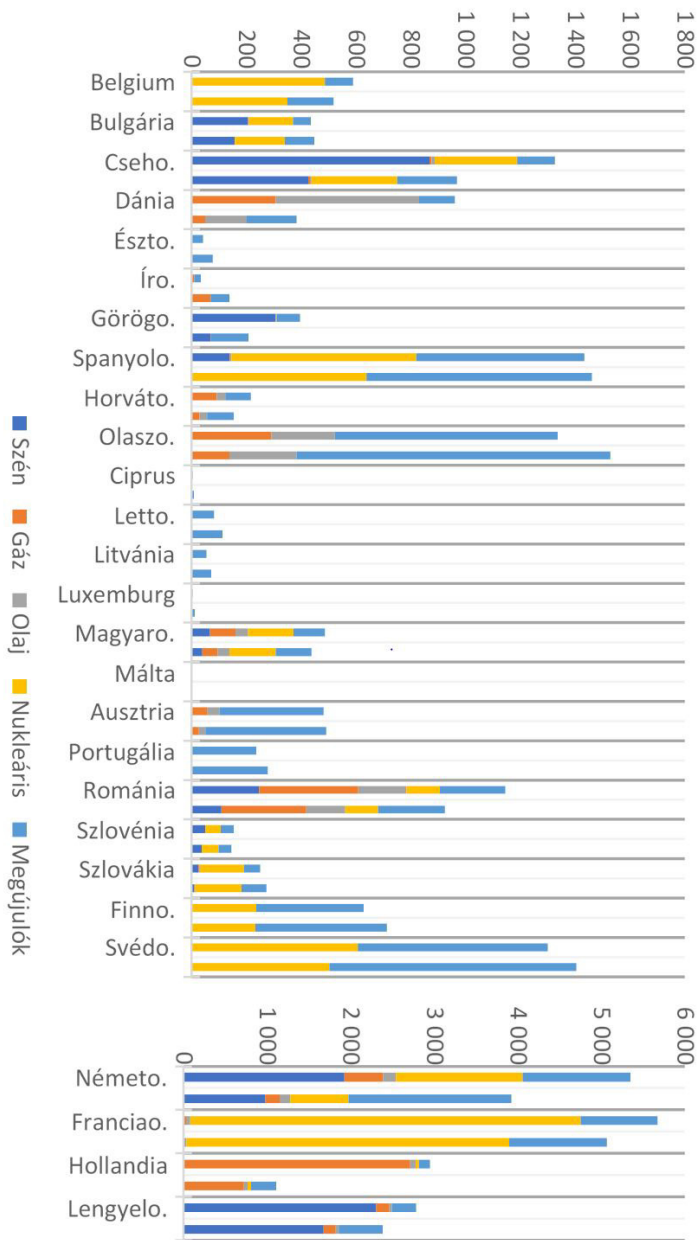
A 6. ábrán láthatók az egyes EU-tagállamok elsődleges energiatermelési adatai. Mivel négy ország értékei lényegesen magasabbak, mint a többié, a jobb láthatóság érdekében azokat külön is feltüntettük az ábra jobb oldalán.

### *Az EU-tagországok energiaimportja*

Az Európai Unió államai közül Németország a legnagyobb energiaimportőr: az importenergia-felhasználása 2010-ben 10.231 PJ volt, amely 2020-ra 14 százalékkal, 8809 PJ-ra csökkent. E téren az olaj a domináns, 57 százalékos részesedéssel, míg a gázé 32, a széné pedig 10 százalék. Az ország importenergia-függősége 63,7 százalék volt 2020-ban. A második helyen Hollandia áll az uniós energiaimportőrök között. A vizsgált időszakban a teljes energiaimportja 5,5 százalékkal, 6873 PJ-ra csökkent, és e téren a függősége az elmúlt évtized végén 63,7 százalék volt. A holland energiaimportban az olaj 81 százalékot képvisel, de jelentős (16%) a gázimportja is. Olaszország szintén jelentős energiaimportőrnek számít. Az importenergia-felhasználása 2010-ben 7336 PJ, 2020-ban pedig

6. ábra<sup>41</sup>

Az EU-tagállamok elsődleges energiatermelése 2010-ben és 2020-ban (petajoule)



5347 PJ volt, ami 27 százalékos visszaesést jelent, de a 73,5 százalékos importenergia-függősége nemzetközi összehasonlításban még így is magasnak mondható. Az ország importenergia-mixében az olaj részesedése 52, a gázé 43 százalék. Franciaország energiaimportja jelentősen csökkent az elmúlt évtizedben: 6745-ről 5212 PJ-ra. A két meghatározó importtermék az olaj (62,3%) és a gáz (32,4%) volt 2020-ban. A francia import energiafüggősége (44%) alacsonynak tekinthető az EU-országok között.

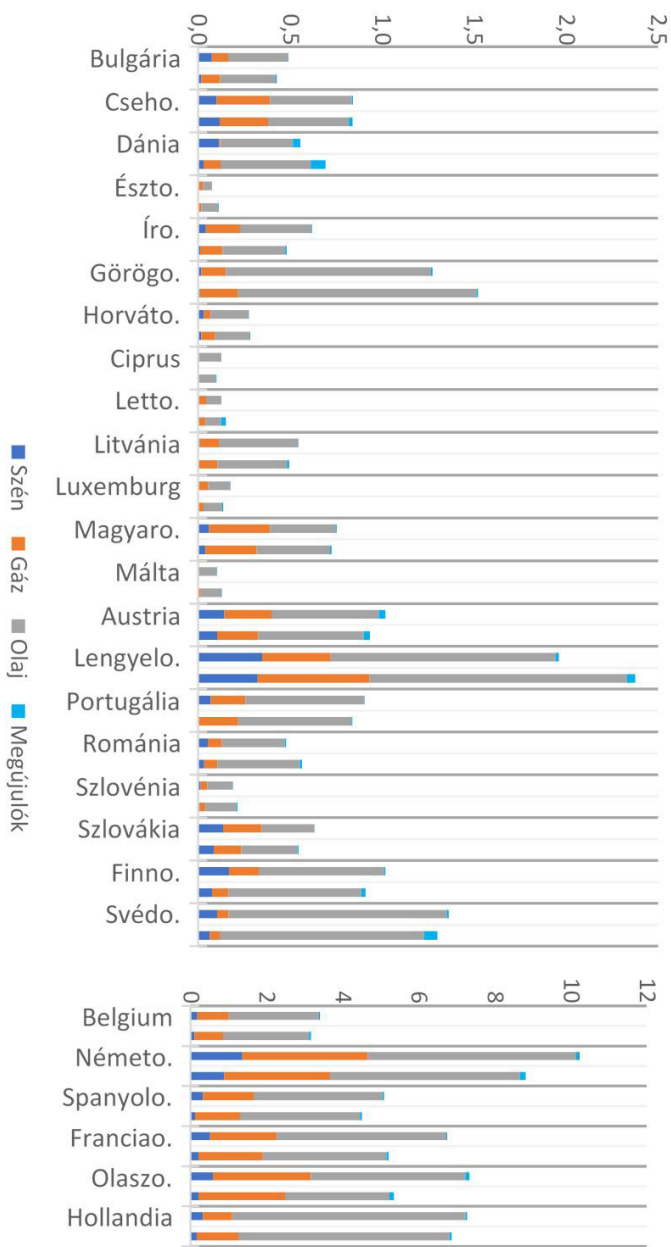
Az EU legjelentősebb energiaimportőrei között Spanyolországot is meg kell említeni: az importenergia-felhasználása 4506 PJ volt 2020-ban (tíz évvel korábban viszont még 5087 PJ). A spanyol importenergia-mixben 70 százalékkal az olaj a domináns, a gáz részesedése pedig 26 százalékos. Az ország importenergia-függősége 2020-ban elérte a 67 százalékot (7. ábra).

#### *Az EU-tagországok energiaexportja*

A 8. ábrán látható, hogy Hollandia messze a legjelentősebb energiaexportőr az EU-tagországok közül, még úgy is, hogy a vizsgált időszak alatt jelentősen visszaesett a kivitel: 2010-ben még 6095 PJ volt, ám 2020-ra 26,5 százalékkal, 4478 PJ-ra csökkent. A hollandok legjelentősebb exportált energiaforrása az olaj, 87 százalékos részesedéssel, s azt a gáz követi 11 százalékkal. Belgium egyike volt azon uniós országoknak, amelyek növelni tudták az energiaexportjukat a 2010–2020 közötti időszakban. A belga kivitel 1160-ről 1278 PJ-ra emelkedett, amelynek 89 százalékát az olaj, 10 százalékát pedig a gáz tette ki 2020-ban. Ugyanabban az évben Spanyolország exportja került a harmadik helyre az EU-tagállamok között, mégpedig úgy, hogy a vizsgált időszakban csaknem megduplázódott (591-ről 1159 PJ-re bővült). Az exportmixében az olaj a legfontosabb energiatermék, 84 százalékos részesedéssel, azt követik a megújulók, 7 és a szén 4,5 százalékkal. Bár a német energiaexport 1612-ről 1110 PJ-re esett vissza, az ország szintén fontos energiaexportőrnek számít az Unióban. Az energiakivitelében az olaj 83 százalékot képvisel, de a megújulók 11,5 százalékos részesedése is jelentősnek mondható.

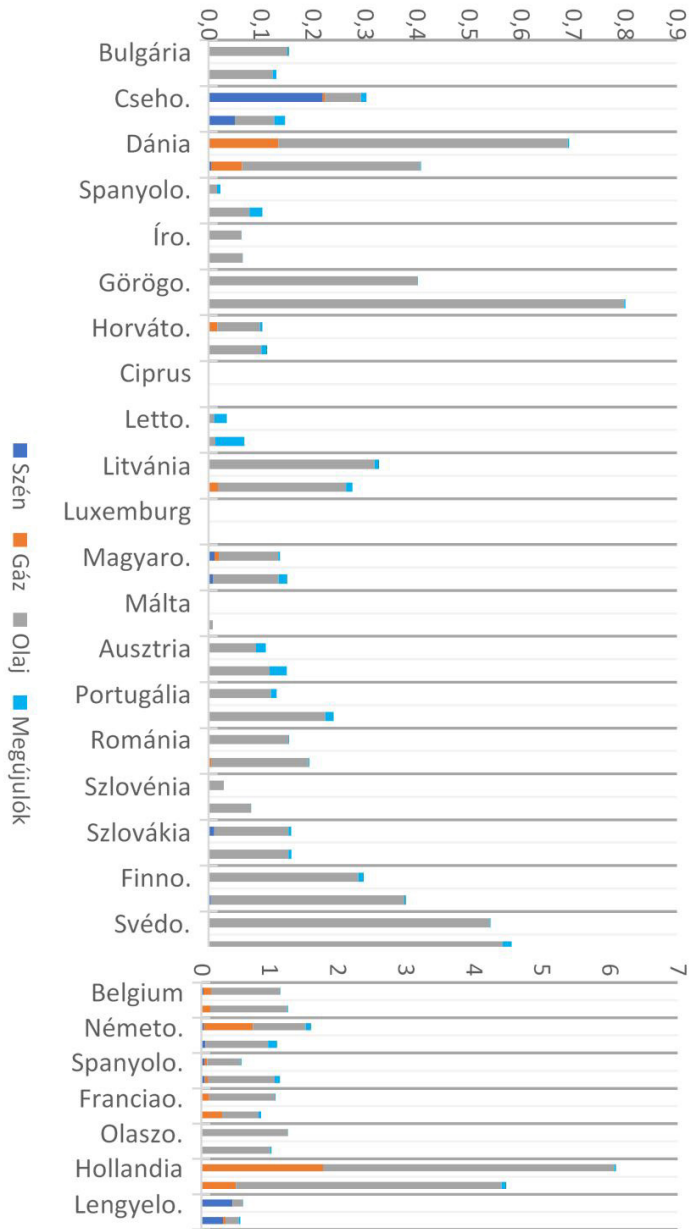
Olaszország energiaexportja 2010-ben még 1278 PJ volt, de tíz év alatt 1033 PJ-ra esett vissza, s az olaj a teljes kivitel 96 százalékát tette ki. Franciaországot is a jelentékeny uniós energiaexportőrök között tartjuk számon, de a kivitele 1092-ről 878 PJ-ra csökkent a vizsgált időszakban. Az energiaexportjában az olaj és a gáz volt megoldva meghatározó, 62, illetve 35 százalékos részesedéssel (8. ábra).

7. ábra<sup>42</sup>  
Az EU-tagállamok energiaimportja 2010-ben és 2020-ban (petajoule)





8. ábra<sup>43</sup>  
Az EU-tagállamok energiaexportja 2010-ben és 2020-ban, (petajoule)



*Az EU-tagországok bruttó belföldi energiafelhasználása*

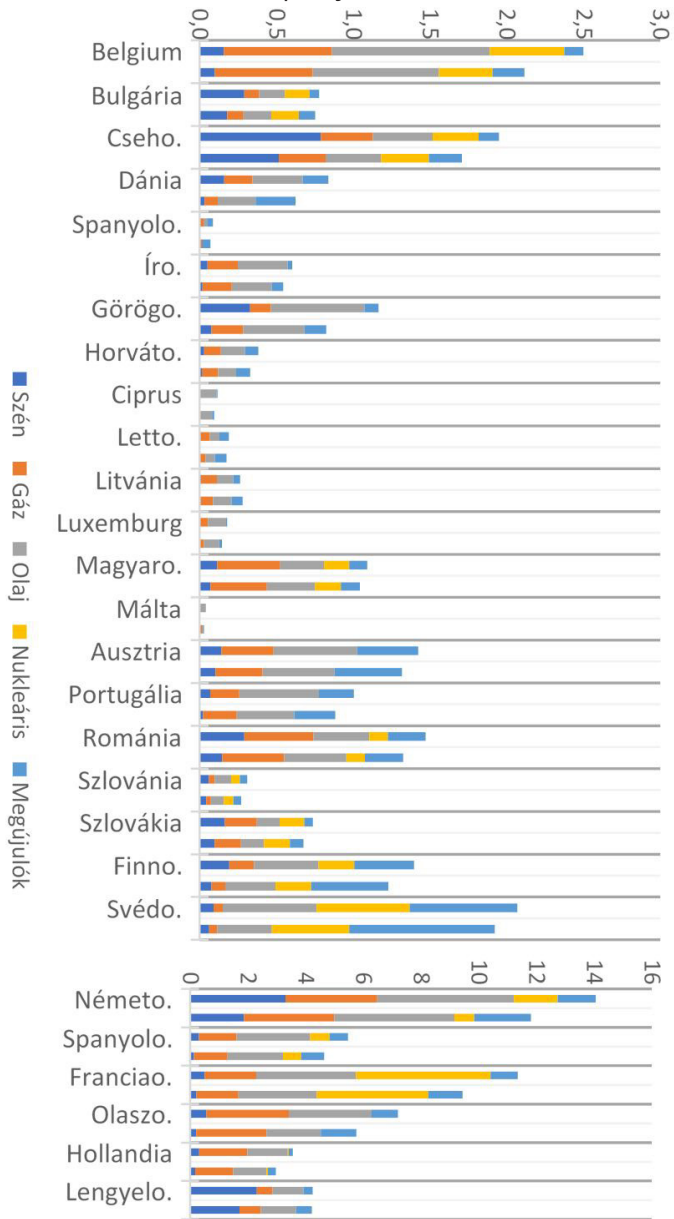
Németország az Európai Unió legnagyobb gazdasága és egyben a legjelentősebb energiafelhasználója is. Az ország a vizsgált időszakban 16 százalékkal csökkentette a bruttó energiafogyasztását, amely 2020-ban így 11.818 PJ lett, és a fosszilis energián alapul: a teljes felhasználása 35 százalékát az olaj jelentette, további 26-ot a gáz, 16-ot pedig a szén tett ki. Ugyanakkor a megújuló energia felhasználása terén nagyot lépett előre: 9-ről 17 százalékra emelte, de az atomenergiáé 11-ről 6 százalékra esett vissza a 10 év alatt. Franciaország ugyanezen időszakban szintén jelentősen, 17 százalékkal – 1350-ről 9449 PJ-ra – csökkentette az energiafogyasztását, amelyben 2020-ban 41 százalékos részesedéssel az atomenergia dominált. A bruttó energiafelhasználásból az olaj 29, a gáz 16, a megújuló pedig 13 százalékot tett ki.

Az Európai Unió tagállamai közötti belföldi energiafogyasztási rangsorban a harmadik helyen Olaszország áll: az évtized végére 7202-ről is csupán 5763 PJ-re csökkent. Az energiafelhasználásában a gáz 42, az olaj 33 százalékos részarányt képvisel, a megújulók aránya pedig jelentősen növekedett, és 2020-ra elérte a 21 százalékot (2010-ban 13% volt).

Spanyolország a negyedik legnagyobb energiafogyasztó az EU-tagországok között, amelynek a bruttó energiafelhasználása 4646-ra esett vissza a 2010. évi 5464 PJ-ről. Az ország az energia terén olajalapú, amely a teljes fogyasztás 41 százalékát teszi ki. A földgáz 25, az atomenergia 14 százalékot tesz ki. Spanyolország esetében is jelentősen nőtt a megújulók aránya, és 2020-ra elérte a 17 százalékot.

A többi nagy energiafelhasználó tagállamtól eltérően Lengyelország nem csökkentette a fogyasztását tíz év alatt, és 2020-ban is mintegy 4217 PJ energiát használt fel. Ezen belül a szén 41, az olaj 29, a földgáz 17, a megújulók pedig 13 százalékos részarányt képviseltek (9. ábra).

9. ábra<sup>44</sup>  
Az EU-tagállamok bruttó beföldi energiafogyasztása 2010-ben és 2020-ban (petajoule)



*A nem megújuló és a megújuló energia kapcsolatának értékelése  
Pearson-korrelációs elemzés alapján*

A 2. táblázat az egyes EU-tagországok 2010-es és 2020-as megújuló és nem megújuló bruttó energiafogyasztása közötti Pearson-korrelációs értékeket tartalmazza.

2. táblázat  
Az EU-tagországok megújuló és nem megújuló bruttó energiafogyasztása közötti Pearson-korrelációs értékek

		<b>Szén</b>	<b>Gáz</b>	<b>Olaj</b>	<b>Nukleáris</b>
1.	Belgium	-0,9074**	0,0398	-0,6948**	-0,4100
2.	Bulgária	-0,8837**	0,1980	0,7504**	0,5874*
3.	Csehország	-0,9290**	-0,2352	0,0922	-0,0098
4.	Dánia	-0,9526**	-0,8913**	-0,6287*	
5.	Németország	-0,7824**	0,2804	-0,5375*	-0,9378**
6.	Észtország	-0,8394**	-0,8024**	-0,9581**	
7.	Írország	-0,8229**	0,4163	-0,1077	
8.	Görögország	-0,9132**	0,5851*	-0,7941**	
9.	Spanyolország	-0,4559	-0,3626	-0,6798**	-0,5304*
10.	Franciaország	-0,6973**	-0,1607	-0,7851**	-0,7768**
11.	Horvátország	-0,5074	-0,1418	-0,4529	
12.	Olaszország	-0,8555**	-0,4503	-0,8608**	
13.	Ciprus	0,5240*		-0,4196	
14.	Lettország	-0,7542**	-0,7073**	0,5131	
15.	Litvánia	-0,7793**	-0,8841**	0,8933**	
16.	Luxemburg	-0,9055**	-0,8627**	-0,4356	
17.	Magyarország	-0,0964	-0,4409	-0,4604	-0,1828
18.	Málta		0,9433**	-0,9385**	
19.	Hollandia	-0,7152**	-0,2523	-0,7663**	0,1656
20.	Ausztria	-0,6369*	-0,3127	-0,3354	
21.	Lengyelország	-0,8525**	0,9242**	0,7296**	
22.	Portugália	-0,3962	0,3464	-0,3692	
23.	Románia	-0,7641**	-0,7920**	0,4011	-0,7568**
24.	Szlovénia	-0,2652	-0,3189	-0,3725	-0,0445
25.	Szlovákia	-0,9361**	-0,4263	0,4288	0,1440
26.	Finnország	-0,8551**	-0,8427**	-0,6851**	-0,4109
27.	Svédország	-0,8538**	-0,2412	-0,9099**	-0,2993

\* A Pearson-korreláció 0,05-ös szinten szignifikáns (2-tails)

\*\* A Pearson-korreláció 0,01-es szinten szignifikáns (2-tails)

A 2. táblázatból jól látható, hogy a szén 1 százalékos szignifikanciaszinten negatívan korrelál a bruttó energiafogyasztásban a megújuló energiával Dánia (-0,9526), Szlovákia (-0,9361), Csehország (-0,9290), Görögország (-0,9132), Belgium (-0,9074), Luxemburg (-0,9055), Bulgária (-0,8837), Olaszország (-0,8555), Finnország (-0,8551), Svédország (-0,8538), Lengyelország (-0,8525), Észtország (-0,8394), Írország (-0,8229), Németország (-0,7824), Litvánia (-0,773), Románia (-0,7641) és Lettország (-0,7542), illetve 5 százalékoson Hollandia (-0,7152), Franciaország (-0,6973) és Ausztria (-0,6369) esetében.

A gáz 1 százalékos szignifikanciaszinten negatívan korrelál a bruttó energiafogyasztásban a megújuló energiával Dánia (-0,8913), Litvánia (-0,8841), Luxemburg (-0,8627), Finnország (-0,8427), Észtország (-0,8024), Románia (-0,7920), illetve 5 százalékoson Lettország (-0,7073) esetében. Ugyanakkor 1 százalékos szignifikanciaszinten pozitívan korrelál Málta (0,9433) és Lengyelország (0,9242) esetében.

Az olaj 1 százalékos szignifikanciaszinten negatívan korrelál a bruttó energiafogyasztásban a megújuló energiával Észtország (-0,9581), Málta (-0,9385), Svédország (-0,9099), Olaszország (-0,8608), Görögország (-0,7941), Franciaország (-0,7851) és Hollandia (-0,7663), illetve 5 százalékoson Belgium (-0,6948), Finnország (-0,6851), Spanyolország (-0,6798) és Dánia (-0,6287) esetében. Viszont 1 százalékos szignifikanciaszinten pozitívan korrelál Litvánia (0,8933) és Bulgária (0,7504), 5 százalékoson pedig Lengyelország (0,7296) esetében.

Az atomenergia 1 százalékos szignifikanciaszinten negatívan korrelál a megújuló energiával a bruttó energiafogyasztásban Németország (-0,9378), Franciaország (-0,7768) és Románia (-0,7568) esetében.

A Pearson-korrelációs vizsgálat eredményei megmutatják, hogy az egyes uniós tagországokban mely fosszilis energiahordozót váltja ki a megújuló energia. A legtöbb országban ez a szén, amely egyébként is a legtöbb szén-dioxid kibocsátásáért felelős. Mindenütt törekedni kell a szén mielőbbi kiváltására, még akkor is, ha ez átmenetileg többletgáz fogyasztásával is jár. Az Európai Unió a gáz és a megújuló energiaforrások együttes és növekvő felhasználásával érheti el leginkább a szén-dioxid-kibocsátás csökkenését. Az EU így 2050-re elérheti a klímasemlegességre vonatkozó célját is, miközben a gazdasága addig is a lehető legalacsonyabb CO<sub>2</sub>-kibocsátás mellett működik.<sup>45</sup>

## Következtetések

Az uniós tagországok energiatermelésének a szerkezete az eltérő természeti adottságaik következtében különbözik egymástól. Az egyre fokozódó klímavédelmi kötelezettségvállalások, illetve az egyes tagállamok energiafüggetlenségi törekvései a megújuló energiaforrások felhasználásának növekedése irányába

mozdítják el az energiamixüket. Ezt tükrözik a tagállamok energiatermelésének, -importjának, -exportjának és -felhasználásának az összetételében 2010 és 2020 között bekövetkezett változások is. Néhány kivétellel (pl. Lengyelország) mind a megújuló energiaforrások jelentősebb mértékű felhasználása mellett döntöttek. Ezt jól mutatja azok növekvő részesedése az energiafelhasználásuk összetételében.

A kutatásunk a Pearson-korrelációs számítás alapján arra világít rá, hogy az Európai Unióban a megújuló energiák váltják fel a fosszilizet, közülük is leginkább a szenet. Ez azért is kedvező, mert a szén az éghajlatot leginkább terhelő fosszilis energiahordozó, hiszen a legmagasabb fajlagos szén-dioxid-kibocsátással jár. A gáz és az olaj kiváltása jóval lassúbb folyamat, mivel az előbbi a fűtés és a villamosenergia-termelés fontos eleme, az utóbbi pedig a szállításban játszik kulcsszerepet. Az atomenergia esetében a negatív Pearson-korrelációs érték az intenzíven növekvő megújuló energiáknak köszönhető. Németországban az atomerőművi blokkoknak a fukusimai katasztrófa utáni leállítása is hozzájárult ehhez a folyamathoz.

A szén-dioxid-mentesítés az EU klímapolitikájának a fontos része. De azért is lényeges, mert a fosszilis tüzelőanyag nagyarányú alkalmazása a fosszilis energia következő időszakban várható felhasználását is megnöveli.<sup>46</sup> A CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésének az egyik módja az energiafogyasztás csökkentése. Az Európai Unió bruttó energiafogyasztása 64.464-ről 58.578 PJ-ra, azaz 9,1 százalékkal esett vissza 2010 és 2021 között. Fontos megjegyezni, hogy a felhasználás hatékonyságának a javulása jelentősen hozzájárul a fogyasztás csökkenéséhez. A másik mód a megújuló arányának a növelése; ezt az EU a 2010-es 12 helyett 2020-ra 20 százalékban határozta meg. Ez a célérték országonként eltérő – az erőforrásoktól és a geopolitikai helyzettől függően.

Az EU tagállamai megosztottak a tekintetben, hogy hogyan akarják elérni az éghajlati célokat. Az egyik csoportjuk atomenergia-ellenes, különösen Németország, a másik pedig éppen azt támogatja, élükön Franciaországgal. Fontos kiemelni, hogy mindenki számára kedvező az Európai Bizottság 2022. január végén előterjesztett javaslata, amely alapján a földgáz és az atomenergia felhasználásával történő energiatermelés fenntarthatónak minősíthető lenne – mindaddig, amíg a megújuló energiaforrások növekvő felhasználásával el lehet elérni az ellátásbiztonságot (jelenleg az Európai Bizottság javaslatát az EU 27 tagállama és az Európai Parlament is felülvizsgálja).<sup>47</sup> Habár az Európai Unió polarizáltnak tűnik az energiapolitika terén, gyakorlatilag középtávon minden ország számol vagy a földgázzal, vagy az atomenergiával, vagy mindkettővel.<sup>48</sup>

## Jegyzetek

- 1 A kutatás a Technológiai és Ipari Minisztérium „A körforgásos gazdaságra történő átállás előkészítési feladatai a mezőgazdasági és zöldhulladékok esetében” című, KE-HOP-3.2.1-15-2021-00037 azonosító számú Környezet és Energiahatékonysági Operatív Program támogatásával valósult meg.
- 2 Zaharia, Alina, Diaconeasa, Maria Claudia, Brad, Laura, Lădaru, Georgiana-Raluca és Ioanăș, Corina: „Factors Influencing Energy Consumption in the Context of Sustainable Development”, *Sustainability*, 11., no. 15. (2019): 4147. Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.3390/su11154147>.
- 3 Fodor Bea Emőke: *Promoting the Use of Renewable Energies. An Evaluation of the Hungarian Feed-in Tariff System*, PhD Dissertation (Budapest: Corvinus University of Budapest, 2012), 230. o.
- 4 Bayar, Yilmaz, Ozkaya, Mehmet Hilmi, Herta, Laura, Gavriletea, Marius és Gavriletea, Dan: „Financial Development, Financial Inclusion and Primary Energy Use: Evidence from the European Union Transition Economies”, *Energies*, 14., no. 12. (2021): 3638. Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.3390/en14123638>.
- 5 EPA. *United States Environmental Protection Agency*, „State CO<sub>2</sub> Emissions from Fossil Fuel Combustion”, <https://www.epa.gov/statelocalenergy/state-co2-emissions-fossil-fuel-combustion> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 6 Sohag, Kazi, Taşkın, Dilvin és Malik, Muhammad Nasir: „Green Economic Growth, Cleaner Energy and Militarization: Evidence from Turkey”, *Resources Policy*, no. 63. (2019). Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101407>.
- 7 Popp József, Oláh Judit, Farkas Fekete Mária, Lakner Zoltán és Máté Domicián: „The Relationship between Prices of Various Metals, Oil and Scarcity”, *Energies* (2018): 1–19. Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.3390/en11092392>.
- 8 Popp József, Kot, Sebastian, Lakner Zoltán és Oláh Judit: „Biofuel Use: Peculiarities and Implications”, *Journal of Security and Sustainability Issues*, 7., no. 3. (2018): 77–493. Elektronikusan elérhető: [http://jssidoi.org/jssid uploads/papers/27/Popp\\_Biofuel\\_use\\_peculiarities\\_and\\_implications.pdf](http://jssidoi.org/jssid uploads/papers/27/Popp_Biofuel_use_peculiarities_and_implications.pdf).
- 9 Zaharia *et al.*: „Factors Influencing Energy Consumption”.
- 10 Az elemzés során az Európai Bizottság, az Eurostat és a Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (IRENA) adatbázisának a 2010 és 2020 közötti időszakra vonatkozó értékeit használtuk fel. A nemzetközi mértékegységrendszerben (SI) az energia mértékegysége a joule (J). A cikkünkben annak többszörösét, a petajoule-t (1 PJ = 10<sup>15</sup> J) használjuk energiaegységként.
- 11 *Our World in Data*, „Energy Consumption by Source, World”, <https://ourworldindata.org/grapher/energy-consumption-by-source-and-country> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 12 Uo.
- 13 *British Petrol*, „Statistical Review of World Energy 2020”, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 14 Uo.
- 15 *Eurostat*, „Energy Import Dependency by Products”, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_ind\\_id/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_id/default/table?lang=en) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 16 *Eurostat*, „Complete Energy Balances”, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_4179072/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_4179072/default/table) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 17 Uo.

- 18 Ellabban, Omar, Abu-Rub, Haitham és Blaabjerg, Frede: „Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 39. (2014): 748–764. Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>.
- 19 Demirbas, M. Fatih, Balat, Mustafa és Balat, Havva: „Potential Contribution of Biomass to the Sustainable Energy Development”, *Energy Conversion and Management*, 50., no. 7. (2009): 1746–1760. Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.03.013>.
- 20 Svazas, Mantas, Navickas, Valentinas, Bilan, Yuriy és Vasa László: „The Features of the Shadow Economy Impact' on Biomass Energy Sector”, *Energies*, 15., no. 8. (2022): 2932. Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.3390/en15082932>.
- 21 *International Energy Agency*, „Deploying Renewables 2011: Best and Future Policy Practice”, <https://www.iea.org/reports/deploying-renewables-2011-best-and-future-policy-practice> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 22 Doner, Jeremiah: *Barriers to Adoption of Renewable Energy Technology* (Normal, IL: Illinois State University, Institute for Regulatory Policy Studies, 2007).
- 23 Kofoed-Wiuff, Anders, Sandholt, Kaare és Marcus-Møller, Catarina: „Renewable Energy Technology Deployment: Barriers, Challenges and Opportunities”, *IEA Energy Analyses*, <http://www.iea-retd.org/files/Barriers%20Challenges%20and%20Opportunities.pdf> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 24 Popp József: „The Role of Bioenergy in the Global Energy Supply”, *Gazdálkodás*, 57., no. 5. (2013): 419–435.
- 25 Takács István: „A megújuló és nem megújuló energiahordozókra alapozott erőművi technológiák energiamegtérülési rátája és externáliái (CO<sub>2</sub>)”, *Tér-Gazdaság-Ember*, 3., no. 1. (2015): 91–106.
- 26 Ali, Basit, Khan, Dilawar, Shafiq, Muhammad, Magda Róbert és Oláh Judit: „The Asymmetric Impact of Oil Price Shocks on Sectoral Returns in Pakistan: Evidence from the Non-Linear ARDL Approach”, *Economies*, 10., no. 2. (2022): 15.
- 27 *REN21*, „Renewables 2018 Global Status Report”, <https://www.ren21.net/gsr-2018/> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 28 *European Commission*, „Renewable Sources of Energy: White Paper for a Community Strategy and Action Plan”, [http://europa.eu/documents/comm/white\\_papers/pdf/com97\\_599\\_en.pdf](http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf) (a letöltés ideje: 2023. július 12.).
- 29 *Commission of the European Communities*, „Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy”, [http://europa.eu/documents/comm/green\\_papers/pdf/com2006\\_105\\_en.pdf](http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_en.pdf) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 30 Crnčec, Danijel; Penca, Jerneja és Lovec, Markov: „The COVID-19 Pandemic and the EU: From a Sustainable Energy Transition to a Green Transition?”, *Energy Policy*, no. 175. (2023). Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113453>.
- 31 Hernández, Leonor, Burriel, Joan Raül, Bujdosó Zoltán és Topliceanu, Liliana: „Training Needs in Renewable Energies for Local Development”, *Universitat Jaume I*, [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/167300/O2\\_Training%20needs%20in%20RES%20for%20local%20development\\_En.pdf?sequence=4](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/167300/O2_Training%20needs%20in%20RES%20for%20local%20development_En.pdf?sequence=4) (a letöltés ideje: 2023. július 13.).
- 32 Piwowar, Arkadiusz, Olanszka, Anna és Rezny, Lukas: „Development of Renewable Energy in the Visegrad Countries”, *Comparative Analysis*, (2017): 695–705.
- 33 Harrison, Tom: „Higher Solar Ambition Can Lower Bioenergy in REPowerEU”, *Ember Climate*, <https://ember-climate.org/insights/commentary/higher-solar-ambition-can-lower-bioenergy-in-repowerEU/> (a letöltés ideje: 2023. július 13.).



- 34 Forrás: Eurostat, „Database” (2021), <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 35 Rabe, Marcin, Bilan, Yuriy, Widera, Katarzyna és Vasa László: „Application of the Linear Programming Method in the Construction of a Mathematical Model of Optimization Distributed Energy”, *Energies*, no. 15. (2022). Elektronikusan elérhető: <https://doi.org/10.3390/en15051872>.
- 36 Reiche, Danyel és Bechberger, Mischa: „Policy Differences in the Promotion of Renewable Energies in the EU Member States”, *Energy Policy*, 32., no. 7. (2004): 843–849.; Viktor Patrik, Kenderesi Ádám és Garai-Fodor Mónika: „Research of the Hungarian Road Transportation Companies’ Alternative Fuel Usage”, *The Macrotheme Review*, 9., no. 1. (2020): 109–116.
- 37 European Economic and Social Committee, „RePowerEU Plan”, <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/repowereu-plan> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 38 Overgaard, Sara: „Issue Paper: Definition of Primary and Secondary Energy”, *Statistics Norway* (2008), [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13\\_12a.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13_12a.pdf) (a letöltés ideje: 2023. július 12.).
- 39 International Energy Agency, „World Energy Outlook 2022”, <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (a letöltés ideje: 2023. július 12.).
- 40 Eurostat, „Energy Balance Flow”, <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/energy/sankey.html> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 41 Eurostat, „Complete Energy Balance, Primary Production”, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_11604304/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_11604304/default/table?lang=en) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 42 Eurostat, „Complete Energy Balance, Imports”, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_11604372/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_11604372/default/table?lang=en) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 43 Eurostat, „Complete Energy Balance, Exports”, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_11604390/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_11604390/default/table?lang=en) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 44 Eurostat, „Complete Energy Balance, Gross Inland Consumption”, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_11604404/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_11604404/default/table?lang=en) (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 45 General Electric, „Gas Power: Leading the Way to Net-Zero in Europe”, <https://www.ge.com/gas-power/regions/europe> (a letöltés ideje: 2023. július 11.).
- 46 Taqqadus, Hafsa, Khan, Alam, Khan, Dilawar és Magda, Robert: „The Impact of Product and Process Innovation on Abandoning Fossil Fuel Energy Consumption in Low and Middle Income Countries: Consent towards Carbon Neutrality”, *Frontiers in Energy Research*, no. 11. (2023): 1., 12.
- 47 Marina Strauss, „EU Declares Nuclear and Gas to Be Green”, *Deutsche Welle*, <https://www.dw.com/en/european-commission-declares-nuclear-and-gas-to-be-green/a-60614990> (a letöltés ideje: 2024. május 29.).
- 48 Dajkó Ferenc Dániel: „Mivel fűt Európa? Még mindig óriási a szén szerepe az atomellenes országokban”, *Növekedés.hu*, <https://novekedes.hu/elemezsek/mivel-fut-europa-meg-mindig-oriasi-a-szen-szerepe-az-atomellenes-orszagokban> (a letöltés ideje: 2023. július 12.).