

ZOMBORY ANITA

Különbségek az energiaátmenet teljesítésében az EU országcsoporthai között az energiabiztonság szempontjából

Napjaink egyik kiemelkedő kérdése, hogy a jelenlegi geopolitikai konfliktusok és globális környezeti problémák miként hatnak az energiabiztonságra. Jelentős viták övezik az európai zöld megállapodás stratégiai célkitűzéseinek megvalósíthatóságát. Elemzésünk célja, hogy megvizsgáljuk, az Európai Unió 27 tagállama mennyire képes teljesíteni az energiabiztonság megteremtésére irányuló szakpolitikai célkitűzéseket. További célunk annak feltárása, hogy a tagállamok az energiabiztonságot meghatározó indikátorok alapján klaszterekbe sorolhatók-e, függetlenül gazdasági és politikai heterogenitásuktól. Kutatásunk során az energiafüggőséget meghatározó tényezőket elemeztük, valamint jellemeztük az országcsoportokat energiabiztonság szempontjából. Az elemzés tényfeltáró jellegű, amelyhez OLS, fixhatás- és véletlenhatás-panelmodelleket, K-közép klaszterelemzést alkalmaztunk. Az eredmények rávilágítanak, hogy bizonyos országcsoporthok jelentősen alulteljesítenek az energiabiztonsági célkitűzések terén, ami elsősorban gazdaságpolitikai, geopolitikai és gazdaság szerkezeti tényezőkre vezethető vissza. Mindez azt mutatja, hogy az energiabiztonság problémája az uniós tagállamokban továbbra is megoldásra vár.*
Journal of Economic Literature (JEL) kód: F02, F68, L50, O52, P51.

Az energiapolitika elméleti keretrendszere az energiaipari döntéshozatal alapvető megközelítéseit és elveit foglalja magában, amelyek az energiaforrások előállításától és elosztásától kezdve az energiafelhasználásig, valamint az ágazat szabályozásáig terjednek. Napjaink egyik legfontosabb kihívása a biztonságos energiaellátás megteremtése, valamint a környezetvédelmi prioritások érvényesítése a globális ökológiai katasztrófa elkerülése érdekében. Jelen tanulmány az Európai Unió tagállamainak energiabiztonsági teljesítményére összpontosít, és azt vizsgálja, hogy

* A tanulmány a Szegedi Tudományegyetem Közgazdasági Doktori Iskola képzésének keretében készült. Köszönetet mondok témavezetőmnek a kéziratához fűzött hasznos észrevételeiért, illetve a tanulmány anonim lektorainak.

mennyire áll összhangban a tagállamok gyakorlata az uniós szakpolitikai célokkal. A tanulmány azt vizsgálja, hogy elsősorban mely tényezők hatnak szignifikánsan az energiafüggőség csökkentésére. Klaszterelemzéssel igyekszünk azt megállapítani, hogy az egyes tagországok milyen energiabiztonsági kockázatú csoportokba sorolhatók, és mi ennek a magyarázata. Összehasonlító elemzést végzünk arra vonatkozóan, hogy az Európai Unió fosszilisenergia-importja hogyan változott az energiabiztonság érdekében.

Energiabiztonságot befolyásoló tényezők

Az Európai Bizottság 2007-ben megfogalmazott célkitűzései között kiemelt helyen szerepelt az energiaellátás biztonságának növelése (Tóth–Kulin [2019]). E cél eléréséhez elengedhetetlen az energiafüggőség csökkentése és az energiamix diverzifikálása. Az uniós tagállamok teljesítményét más szempontok alapján több elemzés is értékelte. Pérez és szerzőtársai [2019] szerint az energiaátmenet prioritásai alapján két ország-csoportot lehet elkülöníteni, egy üzleti érdekek által vezérelt és egy perifériára szorult ország-csoportot. Más szakirodalmak az országokat fenntartható fejlődési célok alapján „sereghajtó”, „gyorsan növekvő” és „élmezőny” csoportokba sorolták (Kozma [2023]). Dinya–Klausmann–Dinya [2023] a versenyképesség és az autonómia alapján csoportosított, míg Pelle [2013] az EU 2007-es bővítése utáni integrációs folyamatok alapján különítette el az országokat magországokra (Észak- és Nyugat-Európa) és perifériaországokra (Dél- és Kelet-Európa).

A globális energiarendszer jelenleg mélyreható átalakuláson megy keresztül, amelyet három stratégiai program határoz meg: a gazdasági menetrend, amely a keresletet, a kínálatot és a nemzeti versenyképességet hangsúlyozza; a biztonsági menetrend, amely az olaj- és gázkereskedelemtől való függőség csökkentésére irányul; valamint a fenntarthatósági menetrend, amely az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaszerkezet kialakítására összpontosít (Hafner–Tagliapietra [2020]).

Tanulmányunk azt vizsgálja, hogy 2004 és 2022 között hogyan teljesítettek és hogyan differenciálhatók az uniós tagállamok az energiabiztonsági célkitűzések terén (Pelle [2017]). A kutatás módszertana az energiafüggőséget meghatározó tényezők panelelemzésén alapul. Ezt követően az országokat klaszterekbe rendeztük K-közép klaszteranalízis segítségével. Az adatelemzéshez az Eurostat adatbázisát használtuk.

Az Európai Unió tagállamai napjainkban számos kihívással néznek szembe az energiaellátás területén. A globális felmelegedés okozta környezeti károk mellett az energiafüggőség növekedése és az energiahány is komoly problémát jelent. Az EU 27 tagállamában az energiafüggőség 2004-ről 2023-ra átlagosan 10 százalékkal növekedett az Eurostat adatai alapján.¹ Az Európai Bizottság már 2000-ben kiadta a Zöld könyvet (EC [2000]), amely célul tűzte ki az energiafüggőség kockázatának csökkentését, az energiabiztonság növelését, valamint az energiahatékonyság előmozdítását az energiafogyasztás mérséklése érdekében. A dokumentum hangsúlyozta, hogy az

¹ https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_50/default/table?lang=en.

Európai Unió hosszú távú stratégiájának az energiaellátás biztonságára kell törekednie a polgárok jóléte és a gazdasági növekedés érdekében.

A globális energiafogyasztás 2015 és 2023 között 16,6 százalékkal emelkedett a Nemzetközi Energiaügynökség (*International Energy Agency, IEA*) adatai alapján (*IEA [2024a], [2024b], [2024c]*), míg az Európai Unió teljes energiafogyasztása ugyanezen időszak alatt 99,2 százalékra csökkent.² Az energiafogyasztás mérséklésére irányuló törekvések már 2000-ben megjelentek, azonban a geopolitikai kihívások – például az oroszgáz-függőség – sürgetővé tették egy új, ambiciózus és hosszú távú energiastratégia kidolgozását. Az energetikai átállás nemcsak szakpolitikai kihívásként, hanem üzleti kockázatként is megjelent, ezért fokozott átláthatóságra és tényalapú elemzésekre van szükség az előrehaladás nyomon követéséhez (*Singh és szerzőtársai [2019]*).

Az energiabiztonság kockázata és a környezet degradációjának lehetséges következményei együttesen vezettek a különböző szakpolitikák létrehozásához. Az Európai Unió felismerte az energiakitettség veszélyeit (*Ludvig [2007], Kovalszky és szerzőtársai [2022]*).

Az Európai Parlament kiemelt figyelmet fordított az orosz gáztól való leválásra és a megújuló energiaforrások arányának növelésére. A kölcsönös bizalmatlanság az EU és Oroszország között 2006-ban tovább fokozódott, ami a Zöld könyv újabb változatának kiadásához vezetett (*EC [2006]*). Ez a dokumentum a fenntarthatóság, a versenyképesség és az energiabiztonság kérdéseire helyezte a hangsúlyt, és az európai energiastratégia irányait vitatta meg.

A globális klímakatasztrófa elkerülésének és az energiabiztonság növelésének szükségességét az orosz–ukrán háború tovább fokozta, ami az energiaátmenet felgyorsítását tette szükségessé. Az Európai Bizottság 2022 májusában mutatta be a REPower EU tervet, amelynek célja az orosz földgáz-, szén- és kőolajimporttól való függőség csökkentése, az energiaautonómia növelése, valamint a tiszta energiára való átállás ösztönzése. A terv legfontosabb célkitűzései közé tartozik az energiafogyasztás csökkentése, az energiaellátás diverzifikációja és a megújuló energiaforrások bevezetésének felgyorsítása (*ET [2022a], [2022b]*).

E törekvések nyomán a 2018-as megújuló energiáról szóló irányelvben (*EU [2018]*) megfogalmazott 32 százalékos megújulóenergia-célkitűzést 2023-ban 42,5 százalékra emelték, azzal a szándékkal, hogy 2030-ra akár a 45 százalékos szintet is elérjék. Az új irányelv 2023. november 20-án lépett hatályba, kötelező érvényű célként meghatározva az EU számára a megújuló energia részarányának növelését (*EU [2023]*).

Az Európai Bizottság által létrehozott zöld megállapodás,³ amelyet Ursula von der Leyen 2019 decemberében mutatott be, az EU egyik legfontosabb prioritásává tette az éghajlatváltozás elleni küzdelmet és a fenntartható gazdasági fejlődés előmozdítását. A Zöld könyv (*EC [2006]*) – mint konzultációs dokumentum – az európai energiastratégia vitájának alapjául szolgált, míg a zöld megállapodás egy átfogó stratégiai

² https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00124/default/table?lang=en&category=t_nrg.t_nrg_indic.

³ <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/>.

keretrendszerként kínál az energiaellátás biztonságosabbá, fenntarthatóbbá és versenyképesebbé tételére. Az Európai Unió jövőbeli energiapolitikáját ezen irányelvek és célkitűzések alapján alakítják a következő évtizedekben.

A Zöld könyv egyik kiemelt célkitűzése az energiabiztonság megteremtése, amelynek stratégiai irányvonala az energiaimport-függőség csökkentése. Elemzésünk arra törekszik, hogy értékelje, miként teljesítettek az Európai Unió tagállamai az energiaimport függőségének terén, ami a szakpolitikák által megfogalmazott célok elérésének alapvető eszköze. Az energiabiztonság szempontjából kiemelt szerepet tölt be a szén, szénhidrogének, atomenergia, valamint a megújuló energiaforrások diverzifikációja (*Hafner–Tagliapietra* [2020]).

A zöld megállapodás célkitűzéseinek megvalósításához elengedhetetlen a megújuló energiaforrásokból származó energia jelentős növelése. Az egyes tagállamok klímasemlegességre irányuló törekvéseit elsősorban gazdasági és demográfiai adottságaik határozzák meg, kisebb mértékben földrajzi elhelyezkedésük és területük (*Brodny–Tutak* [2020]). Az Európai Unió liberális kereskedelempolitikája a 2010-es évek elején nehezítette az orosz gázprojektek megvalósítását (*Deák és szerzőtársai* [2021]). A 2050-re kitűzött klímasemlegességi célok ismeretében az energiafelhasználás lehetőségei a tagállamok számára szűkülnek, ami további piacvesztést jelent Oroszország számára. A klímapolitika eredménye a diverzifikáció, amely a függőségi viszonyt csökkentheti (*Balmaceda* [2013]).

Energia-háromszög

Az energiabiztonság kockázatai és a globális környezeti katasztrófa elkerülésére irányuló törekvések együttesen vezettek az energiaátmenet célkitűzésének megfogalmazásához. Az energiaátmeneti célkitűzések nemcsak a fenntartható növekedést, hanem az energiabiztonság javítását, ezen belül az energiafüggőség csökkentését is támogatják. Az energiaátmenetet nem csupán a fosszilis energiaforrásokról a megújuló energiaforrásokra történő átállásként kell értelmezni. Alapvető különbség van az energiaellátás infrastruktúrájának fejlesztése és bővítése, valamint egy új energiamixre történő átállás között. Az energiaátmenet fogalma akkor alkalmazható, ha mindkét folyamat egyszerre megy végbe, és a meglévő energiaforrásokat teljesen újak váltják fel, nem csupán kiegészítik azokat (*York–Bell* [2019]).

Az energiabiztonság a zöld megállapodás egyik központi célkitűzése, és az energiaátmenet sikerének kulcsfontosságú tényezője. Az energiabiztonság magában foglalja az energiaforrások diverzifikációját, a hosszú távú elérhetőséget (import, saját forrás), valamint az energiahatékonyságot is (*Leonard és szerzőtársai* [2021]). Ez az elemzés a zöld megállapodás stratégiai célkitűzései közül az energiabiztonság elemzésére koncentrál, azon belül az energiaforrások diverzifikációjára, az ellátásbiztonságra (energiaimport-függőségre) és technológiai tényezőkre (például egy főre jutó végső energiafogyasztás, energiatermelékenység).

Az energiabiztonság növelése érdekében a diverzifikáció kiemelt jelentőségű, amely az energiamix, a kereskedelmi partnerek és az áramtermelési források sokféleségét

foglalja magában (1. pillér). Emellett elengedhetetlen az energiaellátás és az energia-rendszer ellenálló képességének növelése: az energiahatékonyság növelése, illetve az energiaiimport-függőség csökkentése (2. pillér) (*Kukharets és szerzőtársai* [2023]). Ez az elemzés a 2. pillérrel foglalkozik. A 3. pillér a környezeti fenntarthatóság, amely az ország energiaiintenzitását, a primer energiaellátás szén-dioxid-intenzitását és a tüzelőanyagok elégetése során keletkező légszennyező anyagok koncentrációját méri (*Singh és szerzőtársai* [2019]).

Jelentős különbségek vannak az Európai Unió tagállamai között az energiaátalás sebességében és motivációjában. Egyes EU-tagállamok erőteljesen támogatják a megújuló energiaforrásokat, míg mások aktívan ellenállnak (*Czelleng* [2022]). Egyes országok a megújuló energiát olyan ipari lehetőségként érzékelik, amely egyszerre diverzifikálja energiaportfóliójukat, és csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását (*Wierling és szerzőtársai* [2018]). A perifériára szorult országcsoporthoz olyan országokat foglal magában, amelyek történelmi, gazdasági okokra visszavezethetően korszerűtlen technológiával rendelkeznek, és az egy főre jutó GDP-jük is alacsonyabb. A periféria országai továbbra is a fosszilis tüzelőanyagokhoz lennének kötve, ami rövid távú ellátásbiztonságot nyújt számukra, de akadályozza a megújuló energiák politikai és társadalmi-gazdasági előnyeit. Az ellátás biztonsága minden EU-ország számára fontos cél, azonban a perifériára szorult országok különösen ki vannak téve az ellátási zavaroknak és a külső beszállítók intézkedéseinek (*Pérez és szerzőtársai* [2019], *Somosi* [2013]). Az országok egy része többnyire egyetlen országból – Oroszországból – importált 2022-ig, aminek következtében az energiaiimport-függőségük erősebb volt (*Ludvig* [2007]). Nemcsak a szakirodalom, hanem a modellek is azt feltételezik, hogy az alacsonyabb jövedelmű országok (*IEA* [2023]) az Európai Unión belül a periférián lévő országok, ahol az energiaátmenet kevésbé gördülékeny folyamat, mint a magországiak esetén (*Farkas és szerzőtársai* [2023]).

Az energiabiztonság mérése és indikátorai

Az 1. táblázatban szakirodalmi elemzés alapján összegyűjtöttük azokat a főbb indikátorokat, amelyek az energiabiztonság mérésére szolgálnak. Természetesen ezeken a változókon kívül más is befolyásolhatja a mérés eredményét.

Az energiatermelékenység az egységnyi rendelkezésre álló bruttó energiára jutó gazdasági teljesítményt méri. A bruttó rendelkezésre álló energia a vizsgált földrajzi területen lévő egységek összes keresletének kielégítéséhez szükséges energiatermékek mennyiségét jelenti.⁴

A magas energiatermelékenység hatékony energiahasználatra utal, ami csökkenti az energiaigényt, ezáltal javítja az energiabiztonságot. Alacsony energiatermelékenység esetén nagyobb energiaforrásokra van szükség ugyanazon gazdasági teljesítmény eléréséhez, ami fokozhatja a kiszolgáltatottságot.

⁴ https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_ind_ep_esmsip2.htm.

1. táblázat

Az energiabiztonsági szakpolitikai célkitűzés és a hozzá kapcsolódó indikátorok

Cél	Indikátor
Energiamix (energiatisztulás) (<i>Evans és szerzőtársai</i> [2009], <i>Kozma</i> [2023])	A megújuló energiaforrások, tiszta energia aránya 2022-ben (százalék) ^a A fosszilis energia aránya, 2022 (százalék) ^a
Energiahatékonyság (<i>Cevik</i> [2024], <i>Gillingham és szerzőtársai</i> [2009], <i>Filippini és szerzőtársai</i> [2014], <i>Sovacool–Mukherjee</i> [2011])	Egy főre jutó végső energiafelhasználás, 2004–2022 (tonna olajegyenérték/fő) ^b Energiaintenzitás, 2004–2022 (megajoule/2015. évi ezer dollár) ^c Energiatermelékenység, 2004–2022 (euró/millió tonna) ^d Bruttó rendelkezésre álló energia, 2012–2022 (ezer tonna olajegyenértékben) ^e
Energiaimport (<i>Adelle és szerzőtársai</i> [2009])	Importolaj, 2014–2022 (ezer tonna) ^f Importgáz 2014–2022 (millió m ³) ^g Oroszországból importolaj, 2014–2022 (ezer tonna) ^h
Energiaár (<i>Ari és szerzőtársai</i> [2022])	Gázár, 2013–2022 (euró/gigajoule) ⁱ

^a <https://www.iea.org/countries>.^b https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_11/default/table.^c <https://www.iea.org/energy-system>.^d https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_30/default/table?lang=en.^e https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00121/default/table?lang=en&category=t_nrg.t_nrg_indic.^f https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_cb_oil__custom_15070215/default/table?lang=en.^g https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ti_gas/default/table?lang=en^h https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ti_oil__custom_15520602/default/table?lang=en.ⁱ https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00118__custom_15069769/default/table?lang=en.

Forrás: saját szerkesztés.

Az egy főre jutó energiafogyasztás az ország lakosságára vetített energiafelhasználást jelzi. Magas egy főre jutó energiafogyasztás nagyobb energiaigényt generál, ami növelheti az importfüggőséget, különösen, ha a hazai energiaforrások korlátozottak. Ugyanakkor, ha az energiafogyasztás hatékony technológiák és fenntartható források révén történik, nem veszélyezteti az energiabiztonságot.

Az energiaintenzitás az energiafelhasználás és a gazdasági teljesítmény (például GDP) arányát mutatja, azaz hogy egységnyi GDP előállításához mennyi energia szükséges. Az alacsony energiaintenzitás javítja az energiabiztonságot, mivel kevesebb energia szükséges az adott gazdasági teljesítményhez, így az ország kevésbé függ külső forrásoktól. A magas energiaintenzitás azt jelzi, hogy az ország gazdaságának energiafelhasználása pazarló, ami növelheti az energiafüggőséget.

A bruttó rendelkezésre álló energia indikátora az ország teljes energiaforrásainak mennyiségét foglalja magában, beleértve a hazai termelést és az importált energiát. A magas bruttó rendelkezésre álló energia elegendő tartalékot biztosít az energiaigények kielégítésére, erősítve az energiabiztonságot. Ha jelentős része importból származik, az importforrásoktól való függőség sérülékenységet okozhat, különösen geopolitikai vagy piaci zavarok esetén (*Sovacool–Mukherjee* [2011]).

Az energiamix, vagyis egy ország energiaforrásainak összetétele szoros kapcsolatban áll az energiabiztonsággal. Az energiabiztonság azt jelenti, hogy az energiaellátás megbízható, folyamatos és megfizethető. Az energiamix diverzifikálása – azaz többféle energiaforrás használata – csökkenti az egyes forrásoktól való függőséget, így növeli az ellátás biztonságát.

Az Európai Unió és számos más ország jelentős mértékben függ az orosz olaj- és gázellátástól. Oroszország kedvező földrajzi helyzete és kiterjedt energiahálózata miatt az egyik legfontosabb energiaszállító. Az orosz energiától való függőség jelentős kockázatokat hordoz. A politikai konfliktusok, például az ukrajnai válság, az energiaellátás megszakadásához vagy korlátozásához vezethetnek. Ez destabilizálhatja az ellátást és az árakat. Az orosz gázvezetékek zavarai közvetlen hatással vannak az energiaellátásra, különösen a közép- és kelet-európai országokban, ahol az alternatív szállítási útvonalak és források korlátozottak (*Adelle és szerzőtársai* [2009]).

Az energiaárak instabilitása (például a kőolaj vagy a földgáz árának hirtelen emelkedése) negatívan befolyásolja az energiabiztonságot. Az ingadozások megnövelhetik az energiaimport költségeit, ami különösen a magas energiafüggőségű országokat érinti érzékenyen (*Ari és szerzőtársai* [2022]).

Az energiafüggőség meghatározása statisztikai módszerrel

Az elemzéshez panelmodellt használtunk, továbbá az összesített legkisebb négyzetek módszerét (*Pooled OLS*), amely egy egyszerű panelregressziós technika, és az összes paneladatot (idősoros és keresztmetszeti adatokat) egyetlen nagy adatállományként kezeli, és nem veszi figyelembe az egyedi megfigyelési egységek vagy időszakok közötti különbségeket.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it} + \dots + \varepsilon_{it},$$

ahol az y_{it} függő változó (energiaimport-függőség) az i -edik megfigyelésre (27 tagállamra) és a t -edik időszakra (2004–2022) vonatkozik.

Az x_{it} magyarázó változók a következők: fosszilis, megújuló, tiszta energiaforrások aránya, egy főre jutó végső energiafelhasználás, energiaintenzitás, energiatermelékenység, a recessziós időszakok és a párizsi egyezmény kétértékű változói, olaj- és gázimport, teljes energiaimport, Oroszországból importált olaj, olaj- és gázár.

A β_0 a konstans, a becsült paraméterek ($\beta_1, \beta_2, \dots$) a magyarázó változó hatását méri. Az ε_{it} a hibatag, amely tartalmazza az összes nem megfigyelt tényezőt. Az OLS becslések pontosságát jelentős mértékben torzíthatja a heteroszkedaszticitás és a regressziós paraméterek időbeli eltérése.

Az elemzéshez fixhatás-modellt (*Fixed Effect Model, FEM*) is alkalmaztunk, és a cél az, hogy figyelembe vegyük a keresztmetszeti egységek, például országok egyedi, nem megfigyelhető jellemzőit. A fixhatás-modell az egyes keresztmetszeti egységek sajátos, meg nem figyelt tulajdonságait kezeli, hogy ne zavarja meg a többi változó hatását. Alapfeltevése, hogy minden keresztmetszeti egységnek (például egyes országoknak) van olyan sajátos jellemzője, amely időben nem változik, és amely befolyásolja a függő változót. A fix hatású modell egy hagyományos OLS-becslésen alapszik. A becslés torzítatlanságának feltétele, hogy ne álljon fenn sem autokorreláltság, sem pedig heteroszkedaszticitás (*Wooldridge és szerzőtársai* [2016]).⁵

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}.$$

Az y_{it} a függő változó, az energiaiimport-függőség az i -edik keresztmetszeti egységre, a 27 tagállamra és a t -edik időszakra 2004–2022-ig. Az α_i az egyedi, nem megfigyelhető hatás az i -edik egységre, amely az időben nem változik, ezért fix hatás. Ez figyelembe veszi azokat az egyedi tényezőket, amelyeket nem mérünk, de amelyek hatással vannak a függő változóra. A β a független változók hatása. Az x_{it} az i -edik keresztmetszeti egység t -edik időszaki független változóit (fosszilis, megújuló, tiszta energiaforrások aránya, egy főre jutó végső energiafelhasználás, energaintenzitás, energiaproduktivitás és recessziós változások kétértékű változóval, olaj- és gázimport, teljes energiaiimport, Oroszországból olajimport, olaj- és gázár). Az ε_{it} a hibatag.

A heteroszkedaszticitást a Breusch–Pagan-tesztel vizsgáltuk, amelynek célja annak vizsgálata, hogy a hibatagok szórása függ-e a magyarázó változóktól. Ha a hibatagok szórása a magyarázó változók függvényében változik, akkor heteroszkedaszticitásról beszélünk. A nullhipotézis (H_0) azt állítja, hogy nincs heteroszkedaszticitás a modellben, azaz a hibatagok szórása állandó. Az alternatív hipotézis (H_1) azt állítja, hogy van heteroszkedaszticitás, azaz a hibatagok szórása a magyarázó változókkal változik. Ha a p -érték kisebb, mint 0,05, elutasítjuk a nullhipotézist, tehát van heteroszkedaszticitás.

A véletlen hatás modelljében (*Random Effect Model, REM*) feltételezzük, hogy a csoportok olyan időben állandó, nem megfigyelt hatásokkal rendelkeznek, amelyek függetlenek minden egyes magyarázó változótól. A modell azt feltételezi, hogy az egyedi hatások nem korrelálnak a magyarázó változókkal, és azok véletlenszerűen eloszanak az egyes egységek között. Ez a modell anélkül teszi lehetővé a keresztmetszeti egységek közötti variabilitás figyelembevételét, hogy explicit módon figyelembe venni az egyedi jellemzők hatását. A véletlen hatású modellel szemben támasztott követelmények az autokorreláltság hiánya, a hibatag homogenitása, és feltételezzük az országspecifikus hatás minden magyarázó változótól és minden időszaktól való függetlenségét.

$$y_{it} = \beta_0 + \sum \beta_p x_{it} + v_{it}.$$

Az y_{it} a függő változó, az energiaiimport-függőség az i -edik keresztmetszeti egységre (27 tagállamra) és a t -edik időszakra 2004–2022-ig. A β_0 a konstans. Az x_{it} az

⁵ Ezért a fix hatású modellben bizonyos esetekben a változók első különbségének értékével számoltunk.

i -edik keresztmetszeti egység t -edik időszaki magyarázó változói. A β_p a magyarázó változók együtthatói. A v_{it} az i -edik keresztmetszeti egységhez tartozó véletlen hatás, amely egyedi, de az egyes egységek között változik. Ez a véletlen hatás a keresztmetszeti egységek közötti eltéréseket reprezentálja. A v_{it} az összevont hibatag (Wooldridge [2010]).

A 2. táblázat a modellek kapott értékeit mutatja, amely arra szolgál, hogy összehasonlítsuk az eredményeket, és kiválasszuk a legoptimálisabb modellt. Függő változó az energiafüggőség, és a modellek segítségével azt vizsgáljuk, hogy mely tényezők befolyásolják szignifikánsan a változását.

2. táblázat

Összesített OLS és a panelmodellek eredményeinek összehasonlítása

	Véletlen hatás		Fix hatás		Összesített OLS	
	β	p -érték	β	p -érték	β	p -érték
Konstans (β_0)	-0,089	0,943	-9,309	0,126	-0,089	0,943
d_végső energiafelhasználás	2,820	0,421	9,082	0,005***	2,820	0,429
d_energia- termelékenység	2,336	0,013**	6,208	<0,0001***	2,336	0,021**
d_megújuló energia	-0,666	0,004***	-0,664	0,0099***	-0,666	0,009***
d_fosszilis energia	0,058	0,364	0,106	0,1035	0,0584	0,373
d_orosz importolaj	-0,0001	0,250	-0,0001	0,4212	-0,0001	0,261
d_importgáz	7,95e-06	0,1227	7,41146e-06	0,1398	7,95e-06	0,136
d_importolaj	0,139	<0,0001***	0,103	0,0002***	0,139	<0,0001***
d_bruttó rendelkezésre álló energia	4,64e-05	0,5885	0,0001	0,0203**	4,64e-05	0,593
d_gázár	-0,300	0,138	-0,790	0,0624*	-0,300	0,1523
Recesszió (kétértékű)	-7,927	0,0195**	-7,465	0,0400**	-7,927	0,0286**
Párizs (kétértékű)	5,602	0,0265**	6,510	0,0238**	5,602	0,0367**
Wooldridge-teszt		0,510		0,510		0,324
Breusch–Pagan-teszt		0,192				
Wald-teszt		0,00053		4,091e-06		
Hausman-teszt		2,571e-132				
F -érték				7,34e-20		6,43e-42
R^2				0,5613		0,4180
Belső R^2				0,5235		
Idő (kétértékű)		Igen		Igen		Igen

Megjegyzés: a d_ jelölés a változók első különbségeinek – azaz az idősoros adatok egyik időponttól a másikra való változásának – mértékét jelenti.

Forrás: saját szerkesztés Gretl-programcsomaggal.

A *fixhatás-modellben* az R^2 értéke 0,5614, ami azt jelenti, hogy a teljes modell a függő változó varianciájának 56,14 százalékát magyarázza, míg a (belső) R^2 értéke 0,5235, ami azt jelenti, hogy a modell az időbeli változások változatosságát 52,35 százalékban magyarázza az egyedi csoporthatások kiszűrése után. Ez javulást mutat az összesített OLS és a véletlenhatás-modellekhez képest, kiemelve a fix hatások fontosságát. Az F -statisztika értéke azt igazolja, hogy a modell szignifikánsan illeszkedik, és a független változók együttesen magyarázzák a függő változó változatosságát. A Wooldridge-teszt eredménye azt jelzi, hogy nincs szignifikáns autokorreláció, ami a modell stabilitását támasztja alá. A Wald-teszt értéke erős heteroszkedaszticitást mutat, azonban a robusztus standard hibák alkalmazása miatt az eredmények továbbra is megbízhatók.

A szignifikáns változók alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a végső energiafelhasználás, az olajimport, valamint a bruttó elérhető energia növekedése növeli az energiafüggőséget. A párizsi klímaegyezmény óta valamelyest növekedett az energiafüggőség. Az energiafüggőséget csökkenti az energiatermelékenységi (amelynek a javulása hatékonyabb energiafelhasználásra utal), a megújuló energia arányának növekedése, az import csökkenése, valamint a recessziós periódusok (mivel kevesebb energia kerül felhasználásra).

Nem bizonyultak szignifikánsnak a következő változók: fosszilis energia, az orosz importolaj, az importgáz és a gázár. Ugyanakkor a gázár marginálisan szignifikáns negatív hatást mutat, vagyis a gázárak emelkedése csökkentheti az energiafüggőséget, mivel lecsökkentheti a gáz fogyasztását, illetve más alternatív energiaforrások használatát ösztönözheti.

A megújuló energia növelése és az import csökkentése kulcsfontosságú tényezők az energiafüggőség mérséklésében, míg a végső energiafogyasztás, az energia-előállítás és az olajimport hozzájárulnak az energiafüggőség növekedéséhez.

Az összesített OLS modell R^2 -értéke 0,418, vagyis a modell a függő változó varianciájának 41,80 százalékát magyarázza, ami mérsékelt illeszkedést jelez. Az F -próba alapján a független változók együttesen szignifikánsan magyarázzák a függő változó változatosságát. A modellben nincs jelentős heteroszkedaszticitás vagy autokorreláció, ami stabil illeszkedést sugall.

A véletlenhatás-modell loglikelihood-értéke, a hiba négyzetösszege, valamint a standard hiba értéke az előző modellekkel összhangban van, jelezve a stabilitást. A Breusch–Pagan-teszt értéke alapján nincs szignifikáns panelspecifikus heterogenitás, ami indokolja a véletlen hatások feltételezését. Ugyanakkor a Hausman-teszt értéke azt mutatja, hogy a véletlen hatású modell inkonzisztens, ezért a fix hatású modell előnyösebb.

Összegezve, a modellek közül a fixhatás-modell bizonyult a legmegfelelőbbnek, mivel figyelembe veszi a csoportok egyedi hatásait és az időbeli különbségeket. A szignifikáns eredmények rámutatnak arra, hogy az energiafüggőség csökkentése érdekében különös hangsúlyt kell helyezni a megújuló energiaforrások bővítésére és az energiaimport csökkentésére.

Az EU-tagállamok energiabiztonságának statisztikai elemzése

Elemzésünk módszerének a klaszterelemzést választottuk, mert ez a legalkalmasabb arra, hogy több indikátor alapján statikusan elemezzünk több vizsgálati alanyt. A klaszterezési eljárás célja kompakt csoportok létrehozása hasonló megfigyelésekből, amelyek a lehető legnagyobb mértékben elkülönülnek más csoportoktól. Először hierarchikus klasztert építettünk az SPSS program segítségével. Az indikátorokat első lépésben standardizáltuk, és a klaszterezést a Ward-módszer elve alapján végeztük. A módszer legfőbb sajátossága, hogy a csoportosításhoz nem szükséges előzetesen megadni a mintában létező csoportok számát. A hierarchikus összevonó eljárások során n számú egyed ($n - 1$) lépésben vannak össze egy csoportba. Az összevonási folyamatot dendrogramon ábrázolják (1. ábra).

Az 1. táblázatban szereplő változók adatait az Eurostat adatbázisából exportáltuk, majd az SPSS-ben hierarchikus klaszterelemzést végeztünk. A dendrogram egy kétdimenziós ábra, ahol a függőleges tengelyen az összevont elemeket, a vízszintes tengelyen pedig a távolságértékeket láthatjuk, amelyeknél az összevonás megtörtént. A dendrogram alapján hat klaszter azonosítható. A Ward-módszer a belső szórásra épül, és mindig azokat az egyedeket vonja össze, amelyek a legkevesbé növelik a rendszer belső szórását, azaz a heterogenitást.

Fontos kiemelni, bármilyen gondosan választottunk távolságmértéket és klaszterező eljárást, nem kapunk végleges választ arra a kérdésre, hogy hány csoportba sorolható a vizsgált adathalmaz. A következő lépésként K-középpontú klaszterelemzést alkalmaztunk az EU 27 országára azzal a céllal, hogy az uniós tagállamokat hasonló jellemzőkkel rendelkező klaszterekbe rendezzük (Pelle és szerzőtársai [2021], Schmitt-Starke [2011]). A gazdasági mutatók esetén a négyzetes euklideszi távolságot használjuk, amely az i -edik és a k -edik egyedek között az alábbi képlet szerint számolható, ahol a j index az egyedeket vagy a változókat jelzi:

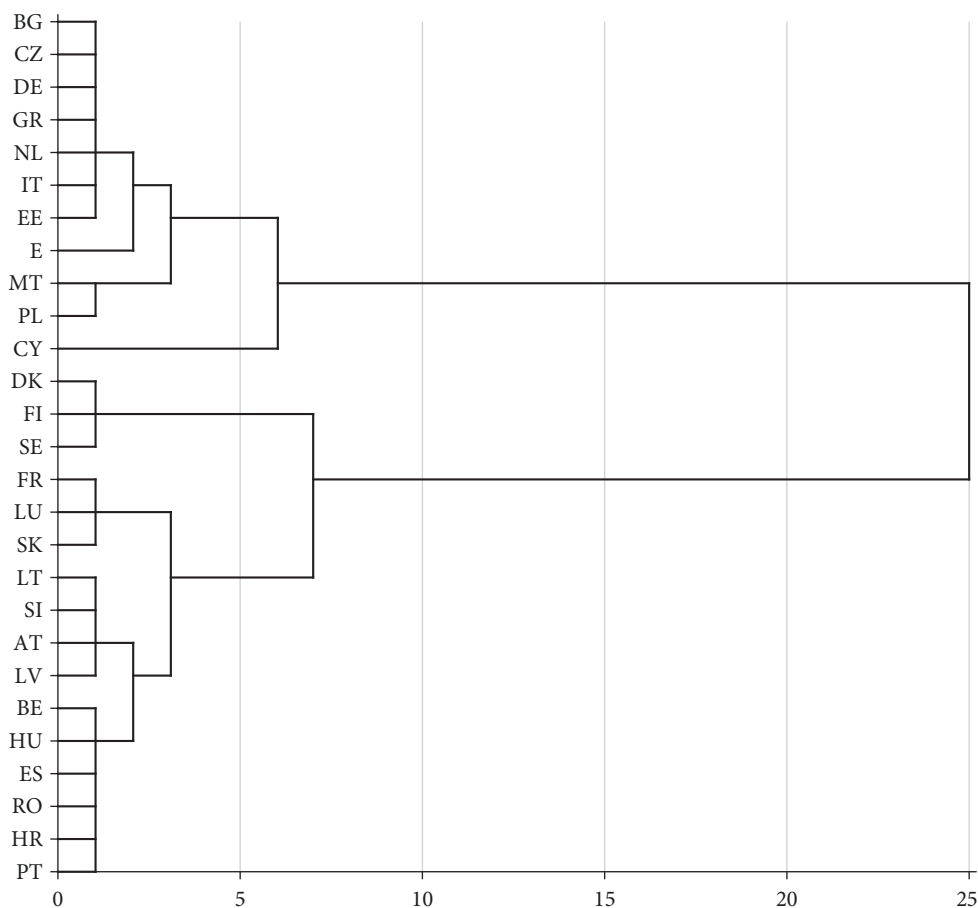
$$d_{ik}^2 = \sum_j (x_{ij} - x_{kj})^2.$$

A klaszterek között nem követelmény az arányos felosztás, de a nagy aránytalanság fontos információt hordoz. Az általános cél az, hogy olyan csoportosítást érjünk el, amely minimalizálja a különbségeket minden egyes klaszteren belül. A K-közép klaszteranalízis során a centroid a legközelebbi pontok átlaga. Minél nagyobb egy csoport homogenitása, annál kisebb a pontok átlagának a távolsága a középponttól. Az egyelemű klaszterek a kiugró, a többiektől nagyon eltérő tulajdonságú egyedek létreengednek következtetni. Ebben az esetben hat klasztert hozunk létre.

A Függelék F1. táblázata szemlélteti a klaszterek kialakítási folyamatát. Hat klaszter kialakítása tűnt optimálisnak, mivel az alacsonyabb klaszterszám esetén a klaszterek homogenitása túl alacsony, nagy a szórás az egyes klasztercsoportokon belül. Mivel az összes tagállamra vizsgáljuk az energiabiztonság alakulását, nem távolítottuk el a kiugró értékeket. Ciprus és Románia kiugró eset, mivel Ciprus energiafüggősége átlag körüli, viszont az egy főre jutó végső energiafogyasztás és a fosszilis energia aránya kirívóan magas. Románia viszont a fenntarthatósági

1. ábra

Az EU-tagállamok energiabiztonságának elemzése dendrogrammal



Ország rövidítések: AT – Ausztria, BE – Belgium, BG – Bulgária, CY – Ciprus, CZ – Csehország, DE – Németország, DK – Dánia, EE – Észtország, ES – Spanyolország, FI – Finnország, FR – Franciaország, GR – Görögország, HR – Horvátország, HU – Magyarország, IE – Írország, IT – Olaszország, LT – Litvánia, LU – Luxemburg, LV – Lettország, MT – Málta, NL – Hollandia, PL – Lengyelország, PT – Portugália, RO – Románia, SE – Svédország, SI – Szlovénia, SK – Szlovákia.

Megjegyzés: a dendrogram egy kétdimenziós ábra, ahol a függőleges tengelyen az összevont elemeket, jelen esetben az országokat, a vízszintes tengelyen pedig a távolságértékeket láthatjuk, amelyeknél az összevonás megtörtént.

Forrás: saját szerkesztés SPSS szoftver segítségével.

mutatók tekintetében teljesít kiugróan alul. Megvizsgáltuk a hatklaszteres csoportosítást kiugró értékek nélkül is – amelynek eredménye a *Függelékben* található –, nem javított a modellünkön, mivel újabb kiugró értékek keletkeztek.

A 3. táblázat tartalmazza a klaszterek jellemzőit, a pozitív és a negatív átlagokat, illetve a klaszterek szórását. Standardizált változókat használtunk az elemzés során.

3. táblázat

EU-tagállamok energiabiztonság szerinti csoportosítása

A változó standardizált értéke	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	klaszter					
Szórás	0,748	0,000	0,856	0,000	0,737	0,259
Energiafüggőség (2004–2020)	–0,663	–0,107	–0,171	0,060	0,395	0,859
Végso energiafelhasználás (2013–2022)	–0,703	1,217	–0,010	0,661	–0,056	1,683
Energiatermelékenység (2022)	0,201	0,024	1,433	–0,532	–0,279	–0,936
Megújuló energia (2022)	0,765	–0,493	–0,596	–0,124	–0,229	–0,726
Fosszilis energia (2022)	–0,838	1,898	0,615	–0,097	–0,019	1,363
Importolaj (2014–2022)	–1,045	0,194	0,286	2,323	0,255	1,158
Importgáz (2014–2022)	–0,127	0,000	–0,373	3,406	–0,039	–0,246
Orosz importolaj (2014–2022)	–0,209	5,000	–0,161	–0,132	–0,180	–0,231
Bruttó rendelkezésre álló energia (2012–2022)	–0,382	0,725	–0,023	–0,501	–0,241	1,899
Gázár (2013–2022)	0,386	0,000	–0,088	2,391	–0,594	0,112
Villamosenergia-ár (2013–2022)	0,519	–0,669	0,299	1,997	–0,526	–0,544
Orosz importgáz (2023)	–0,042	–0,581	0,891	–0,581	0,061	–0,581

1. klaszter: Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Franciaország, Finnország, Lettország, Luxemburg, Svédország; 2. klaszter: Ciprus; 3. klaszter: Írország, Olaszország, Spanyolország; 4. klaszter: Románia; 5. klaszter: Csehország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Litvánia, Magyarország, Németország, Portugália, Szlovákia, Szlovénia; 6. klaszter: Bulgária, Lengyelország, Málta.

* A változók standardizált értékeit alkalmaztuk a különböző mértékegységek torzító hatásainak elkerülése érdekében.

Forrás: saját szerkesztés SPSS szoftver segítségével.

A 3. táblázat eredményei alapján a 4. táblázat tartalmazza az egyes klaszterek jellemzőit és a tagállamok energiabiztonság szerinti kiértékelését.

Az egyes országcsoportok energiabiztonsági jellemzői a következőképpen alakulnak. Az 1. klaszterbe tartozó országok (Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Lettország, Luxemburg, Svédország) alacsony energetikai függőséggel rendelkeznek ($z = -0,663$). Ezen országokban a fosszilisenergiafelhasználás is rendkívül alacsony ($z = -0,838$), miközben az importált energia mértéke minimális ($z = -0,042$). Különösen kiemelkedő ezekben az országokban a megújuló energia aránya ($z = 0,765$), így ezek az országok fenntarthatóság-orientáltak, alacsony fosszilisenergia-használattal, magas megújulóenergia-aránnyal és alacsony energiafüggőséggel jellemezhetők. Energiabiztonság szempontjából alacsony kockázatúak.

A 2. klaszterben Ciprus található, amely átlag körüli energetikai függőséggel rendelkezik ($z = -0,108$). Ebben az országban a fosszilis energia aránya kifejezetten magas

4. táblázat

EU-tagállamok energiabiztonsági kockázatának értékelése

Klaszter	Energetikai függőség	Fosszilisenergia-felhasználás	Importált energia mértéke	Megújuló energia aránya	Energia-biztonság kockázata
1.	alacsony	kiemelkedően alacsony	alacsony	magas	alacsony
2.	átlag körüli	kiemelkedően magas	kiemelkedően magas	alacsony	magas
3.	átlag körüli	mérsékelten magas	magas	átlag körüli	mérsékelt
4.	magas	átlag körüli	kiemelkedően magas	alacsony	magas
5.	mérsékelt	átlag körüli	alacsony	alacsony	mérsékelt
6.	magas	kiemelkedően magas	mérsékelt	alacsony	magas

1. klaszter: Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Franciaország, Finnország, Lettország, Luxemburg, Svédország; 2. klaszter: Ciprus; 3. klaszter: Írország, Olaszország, Spanyolország; 4. klaszter: Románia; 5. klaszter: Csehország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Litvánia, Magyarország, Németország, Portugália, Szlovákia, Szlovénia; 6. klaszter: Bulgária, Lengyelország, Málta.

Forrás: saját szerkesztés SPSS szoftver segítségével.

($z = 1,898$), az energiafüggősége csökkent, viszont az Oroszországból importált olaj mennyisége kiemelkedően megnőtt ($z = 5,00$), ezért kiugró érték. A megújuló energia aránya alacsony, és negatív tartományban helyezkedik el ($z = -0,727$). Ciprus tehát egyedi helyzetű ország, amelynek magas a fosszilisenergia-aránya, és nagyon nagy az orosz importtól való függősége. Energiabiztonság szempontjából magas kockázatú az importolaj magas volumene miatt.

A 3. klaszterbe Írország, Olaszország és Spanyolország tartozik. Ezen országok energiafüggősége csökkent ($z = -0,171$), ugyanakkor a fosszilis energia felhasználása mérsékelten növekedett ($z = 0,616$). Az importált energia mértéke ezen országok esetében magas ($z = 0,891$), miközben a megújuló energia aránya átlag alatt van. Ezek az országok mérsékelten fenntarthatók, közepes fosszilisenergia-felhasználással és relatív energiafüggetlenséggel, viszont kiemelkedő fenntarthatósággal nem rendelkeznek. Energiabiztonság tekintetében mérsékelten kockázatosak.

A 4. klaszterbe Románia tartozik, szintén kiugró értékkel. A fosszilis energia aránya itt átlagos ($z = -0,098$), míg az importált energia mértéke kiemelkedően növekedett ($z = 2,32$), ezért kiugró, és különösen a gázimport mértéke magas. A megújuló energia aránya Romániában szintén alacsony ($z = -0,727$), és az energiaárak magasak, különösen a gázimportfüggőség miatt ($z = 3,406$). Románia tehát energiafüggő ország, ahol az orosz importgáz mennyisége ugyan csökkent, de a más területről importált olaj és gáz mennyisége kiemelkedően növekedett, ezért kiugró országnak tekinthető. Mind fenntarthatóság, mind energiabiztonság szempontjából kockázatos ország.

Az 5. *klaszterhez* tartozó országok (Csehország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Litvánia, Magyarország, Németország, Portugália, Szlovákia és Szlovénia) energiafüggősége mérsékelten növekedett ($z = 0,395$). A fosszilis energia használata ($z = -0,019$) és az import mértéke ($z = -0,582$) átlag körüli. A megújuló energia aránya szintén alacsony, kockázati besorolásuk mérsékelt ($z = -0,727$). Ezek az országok vegyes profilúak, energiafüggőségük és fosszilisenergia-felhasználásuk közepes, miközben megújulóenergia-felhasználásuk átlag körüli.

A 6. *klaszterbe* tartozó Bulgária, Lengyelország és Málta energiafüggősége magas ($z = 0,859$). A fosszilisenergia-felhasználásuk is nagyon magas ($z = 1,364$), ugyanakkor az importált energia mértéke csökkent ($z = -0,582$). A megújuló energia aránya ezen országokban szintén alacsony ($z = -0,726$). Az energiaár viszonylag alacsony, ugyanakkor magas energiafüggőség és fosszilisenergia-használat jellemzi őket, így ezek az országok energiafüggők és magas fosszilisenergia-felhasználók – energiabiztonság szempontjából magas kockázatúak.

Energiafüggőség, energiaimport alakulása az EU-ban

Az energia-háromszög egyik alappillére az energiabiztonság, amely magában foglalja az energiafüggőségi ráta csökkentését és az energiamix diverzifikációját (*Al Asbahi és szerzőtársai* [2019]). A megújuló energia politikai fronton energiafüggetlenséget, gazdasági oldalon pedig ipari lehetőségeket jelent a nyugat-európai országok számára (*Pérez és szerzőtársai* [2019]). Az energiafüggőség negatív következményeivel már az 1973-as olajválság szembesítette az Európai Bizottságot. Megfogalmazódott, hogy mérsékelni kell az energiafüggőséget, és az Európai Bizottság diverzifikáltabb energiamix létrehozását szorgalmazta, amit a szén- és az atomenergia-felhasználás növelésével és a szénhidrogén-felhasználás csökkentésével kívántak elérni. Az európai uniós tagság 2004. májusi bővítésével az energiafüggőség problémája tovább mélyült (*Economidou és szerzőtársai* [2020]).

Az energiafüggőségi ráta azt mutatja, hogy egy gazdaság milyen mértékben támaszkodik importra energiaszükségletének kielégítése érdekében. Ezt a nettó import (import mínusz export) és a bruttó belföldi energiafelhasználás hányadosával mérik.

$$\text{Energiafüggőségi ráta (\%)} = \frac{\text{importált energia} - \text{exportált energia}}{\text{bruttó energiafelhasználás}} \times 100.$$

Az EU-ban 2021-ben az importfüggőségi ráta 55,5 százalék volt, 2022-re 62,5 százalékra növekedett, 2013-ról 2022-re 13 százalékkal növekedett, ami azt jelenti, hogy az EU energiaszükségletének több mint felét nettó importból fedezte.⁶

Az energiabiztonság feltétele az energiaimport csökkenése (*Hafner-Tagliapietra* [2020]). Az 5. *táblázatból* látható, hogy Svédország, Dánia, Finnország, Franciaország, Észtország, Litvánia, Szlovénia, Horvátország, Lengyelország, Csehország,

⁶ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/energy-2023#energy-imports-dependency>.

5. táblázat

Az Európai Unió tagállamainak energiafüggőségi és energiafelhasználási adatai,
2022 (százalék)

Ország	Energiafüggőségi ráta	Energiafüggőségi ráta változása 2013 = 100	Végző energiafelhasználás változása 2013 = 100
Ausztria	74,45	122	96,21
Belgium	73,95	95	89,09
Bulgária	37,13	97	113,52
Ciprus	92,01	96	117,27
Csehország	41,79	152	104,76
Dánia	42,86	348	96,85
Észtország	6,15	42	95,79
Finnország	40,88	82	98,35
Franciaország	51,90	108	89,22
Görögország	79,60	129	104,92
Hollandia	80,23	338	83,99
Horvátország	60,30	127	103,89
Írország	79,15	86	107,90
Lengyelország	46,00	175	114,69
Lettország	38,74	69	102,38
Litvánia	72,43	96	114,10
Luxemburg	91,31	94	80,79
Magyarország	64,18	128	110,50
Málta	99,00	95	140,43
Németország	68,55	110	91,53
Olaszország	79,42	104	97,18
Portugália	71,27	97	108,47
Románia	32,42	177	110,58
Spanyolország	74,34	106	102,39
Svédország	26,82	82	98,64
Szlovákia	69,63	119	98,09
Szlovénia	53,96	114	98,96

Forrás: saját szerkesztés az Eurostat adatai alapján (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_ID/default/table?lang=en, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00124/default/table?lang=en>).

Bulgária és Románia energiaiimport-függősége 2022-ben az Európai Unió átlaga (62,5 százalék) alatt van. 2022-ben az energiaiimport-függőségi ráta az alábbi országok esetén magasabb az EU-átlagnál: Málta (99), Ciprus (92), Szlovákia (69,6), Belgium (73,4), Írország (79), Olaszország (79,4), Görögország (79,6), Litvánia (72,42), Luxemburg (91,3), Magyarország (64,2), Spanyolország (74,3), Portugália (71,3), Németország (68,6), Hollandia (80,2) és Ausztria (74,5). Megállapítható, hogy az energiafüggőség 15 tagállamban növekedett 2013-ról 2022-re. Ez a tendencia a szakpolitikai célkitűzésekkel ellentétes irányú. Az energiafüggőség problémája továbbra is fennáll a tagállamok többségénél, függetlenül attól, hogy magországról vagy perifériához tartozó országról van-e szó.

A zöld megállapodás másik fontos célkitűzése az energiahatékonyság javítása.⁷ Az energiahatékonyság egyben az energiabiztonság egyik feltétele. A zöld megállapodás további célja, hogy a gazdasági növekedést többteleterőforrás felhasználása nélkül kell elérni, ami energiahatékonyságot feltételez.⁸ A végső energiafelhasználást vizsgálva az 5. táblázat adatai alapján megfigyelhető, hogy Ausztriában, Belgiumban, Dániában, Észtországban, Finnországban, Franciaországban, Hollandiában, Luxemburgban, Németországban, Olaszországban, Svédországban, Szlovéniában és Szlovákiában 2013-ról 2022-re csökkent a végső energiafelhasználás. 14 ország esetén növekedett a végső energiafogyasztás. Az adatokból látható, hogy azokban az országokban, ahol magas a fosszilis energiahordozók felhasználásának aránya, ott magas a végső energiafelhasználás (például Csehország, Románia, Bulgária, Ciprus és Málta). Ezekben az országokban az ipar korszerűtlen, magas energiaigényű (Pérez és szerzőtársai [2019]). A magas energiaigény nem feltétlenül jár együtt az energiakitettség növekedésével, például Bulgária esetében csökkent, viszont Románia esetében jelentős mértékben (77 százalékkal) növekedett. Az Európai Unió számára fontos stratégia az, hogy csökkentse a végső energiafogyasztást, és kutatások igazolják, hogy ez elérhető az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrások részesedésének növelésével (WEF [2023]).

A 6. táblázat adataiból látható, hogy az Európai Unió energiaiimportját Oroszországból más országokba, illetve az Egyesült Államokba helyezte át. Lényegesen megnövekedett az Európai Unióon belüli energiaiimport, főleg Norvégiából. Az Európai Unió úgy igyekszik elérni az energiabiztonságot, hogy geopolitikai szempontból biztonságosabb országokból importál, illetve növeli az import arányát az Európai Unió és az Egyesült Államok területeiről. Itt meg kell jegyezni, hogy a „biztonságos” időben változó fogalom, mert ami ma biztonságosnak tűnik, nem biztos, hogy a jövőben is az lesz. Az energiafelhasználás-többletet a tiszta energia többlettermelésével igyekszik kompenzálni. Az előzőekben láthattuk, hogy az importenergiától való függőség növekedett, akár az elmúlt tíz évet, akár az elmúlt egy évet vesszük alapul. Összességében a biztonsági kockázatok csökkentése érdekében az energiaiimport egy része a globális konfliktusok következtében áttevődött az Európai Unióon belüli tagállamokba, illetve az Egyesült Államokba.

⁷ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_hu.

⁸ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

6. táblázat

Az Európai Unió energiaimportjának országonkénti megoszlása 2022-ben és 2023-ban (százalék)

Ország	Az importált petróleum aránya		Ország	Az importált földgáz aránya		Ország	Az importált folyékony földgáz aránya	
	2022	2023		2022	2023		2022	2023
Orosz- ország	26,0	13,3	Oroszország	38,8	17,4	Egyesült Államok	48,6	40,2
Egyesült Államok	10,4	13,1	Norvégia	38,1	46,1	Oroszország	18,1	13,2
Norvégia	9,5	10,1	Egyesült Királyság	8,9	12,9	Katar	10,7	13,1
Kazahsztán	8,5	8,2	Algéria	6,0	13,4	Nigéria	6,3	4,4
Líbia	7,2	7,1	Azerbajdzsán	6,0	7,2	Algéria	4,3	6,7
Nigéria	6,4	7,0	Egyéb	2,2	3,1	Egyiptom	3,1	–
						Norvégia	–	6,6
Szaúd- Arábia	4,8	3,2				Egyesült Királyság	2,3	3,0
Egyéb	27,2	38,1				Egyéb	6,6	12,8
Összesen	100	100	Összesen	100	100	Összesen	100	100
Európai Unió	9,5	13,3	Európai Unió	47,0	59,0	Európai Unió	2,3	9,6
Egyéb	80,1	73,7	Egyéb	53,0	41,0	Egyéb	49,1	50,2
Egyesült Államok	10,4	13,1	Egyesült Államok			Egyesült Államok	48,6	40,2
Összesen	100	100	Összesen	100	100	Összesen	100	100

Forrás: saját szerkesztés Eurostat adatai alapján (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230925-1>).

Összefoglalás

Ez a tanulmány részletes elemzést nyújt az Európai Unió energiabiztonsági kihívásairól a zöld megállapodás szakpolitikai célkitűzéseinek tükrében. Az elemzés során fix hatású panelmodellt, K-közép klaszterelemzést és összehasonlító vizsgálatokat alkalmaztunk.

A fix hatású modell rámutatott, hogy az energiafüggőség csökkentése érdekében kiemelt figyelmet kell fordítani a megújuló energiaforrások bővítésére, az energiahatékonyság növelésére és az energiaimport mérséklésére.

A klaszterelemzés során optimálisnak hat csoport kialakítását tartottuk, amelyek között jelentős különbségek mutatkoznak az energiafüggőség, a fosszilis energia

felhasználása és a megújuló energiaforrások aránya tekintetében. Ciprus, Bulgária, Málta, Lengyelország és Románia magas energiafüggőséggel és fosszilisenergia-felhasználással rendelkeznek, energiabiztonság tekintetében magas kockázatúak. Ciprus és Románia energiabiztonsági kockázata kiemelkedően magas Ciprus magas szintű orosz olajimportja miatt, Románia nagyon magas gáz- és olajimport-növekedése miatt. Belgium, Dánia, Észtország, Franciaország, Lettország, Luxemburg, Ausztria, Finnország és Svédország alacsony energiafüggőséget, alacsony fosszilisenergia-felhasználást és jelentős megújuló energiaforrás-kapacitást mutatnak, így energiabiztonság tekintetében a kockázati szintjük alacsony. A többi ország arra törekszik, hogy felzárkózzon ehhez a legjobban teljesítő csoporthoz, őket mérsékelt kockázati besorolásúnak tekinthetjük.

Az Európai Unió az energiabiztonság növelése érdekében energiainportjában biztonságosabb régiókból igyekszik partnerországokat választani. Megjegyezzük, hogy a megbízható partner kategóriája időben változik.

Összességében megállapítható, hogy az energiafüggőség kérdése továbbra is megoldatlan az Európai Unióban, hiszen az elmúlt években 15 tagállam esetében nőtt az importfüggőség. A tagállamok gazdasági szerkezetének és politikájának heterogenitása jelentős kihívásokat okoz az energiabiztonsági célkitűzések megvalósításában. A megújuló energiaforrások telepítésének és az energiatermelékenységnek a növelése, valamint az energiainport csökkentése lehetséges megoldást kínál, ugyanakkor komoly pénzügyi nehézségeket vet fel, tovaggyűrűző hatásokkal. A hatékony és fenntartható megoldások kidolgozása további kutatásokat igényel.

Hivatkozások

- ADELLE, C.–PALLEMAERTS, M.–CHIAVARI, J. [2009]: Climate change and energy security in Europe. Swedish Institute for European Policy Studies, Stockholm.
- AL ASBAHI, A.–GANG, F.–IQBAL, W.–ABASS, Q.–MOHSIN, M.–IRAM, R. [2019]: Novel approach of Principal Component Analysis method to assess the national energy performance via Energy Trilemma Index. *Energy Reports*, Vol. 5. 704–713. o. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.06.009>.
- ARI, A.–ARREGUI, N.–BLACK, S.–CELASUN, O.–IAKOVA, M.–MINESHIMA, A.–ZHUNUSOVA, K. [2022]: Surging energy prices in Europe in the aftermath of the war: How to support the vulnerable and speed up the transition away from fossil fuels. *International Monetary Fund*, No. 152. <https://doi.org/10.5089/9798400214592.001>.
- BALMACEDA, M. [2013]: The politics of energy dependency: Ukraine, Belarus, and Lithuania between domestic oligarchs and Russian pressure. University of Toronto Press, <https://doi.org/10.3138/9781442695795>.
- BRODNY, J.–TUTAK, M. [2020]: Analyzing similarities between the European Union countries in terms of the structure and volume of energy production from renewable energy sources. *Energies*, Vol. 13. No. 4. 913. <https://doi.org/10.3390/en13040913>.
- CEVIK, S. [2024]: Climate change and energy security: the dilemma or opportunity of the century? *Environmental Economics and Policy Studies*, Vol. 26. No. 3. 653–672. o. <https://doi.org/10.1007/s10018-023-00391-z>.

- CZELLENG ÁDÁM [2022]: A gazdaságpolitika lehetőségei energiasokk kezelésére kis és nyitott országokban. *Külgazdaság*, 66. évf. 11–12. sz. 3–27. o. <https://doi.org/10.47630/KULG.2022.66.11-12.3>.
- DEÁK ANDRÁS–SZABÓ JOHN–WEINER CSABA [2021]: Energiapolitikai versengés új felállásban Délkelet-Európában: az Európai Unió az Egyesült Államokkal és Oroszországgal szemben? *Nemzet és Biztonság*, 14. évf. 2. sz. 70–92. o. <https://doi.org/10.32576/nb.2021.2.6>.
- DINYA LÁSZLÓ–KLAUSMANN-DINYA ANIKÓ [2023]: Társadalmi marketing – okos versenyképesség – sokszínű autonómia. *Marketing & Menedzsment*, 57. évf. Különszám EMOK 3. 26–36. o. <https://doi.org/10.15170/MM.2023.57.KSZ.03.03>.
- EC [2000]: Commission: Green Paper of 29 November 2000. Towards a European strategy for the security of energy supply. COM(2000) 769, <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/green-paper-on-the-security-of-energy-supply.html>.
- EC [2006]: Green Paper. A European strategy for sustainable, competitive and secure energy. COM(2006) 105 final. European Commission, Brüsszel, https://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_en.pdf.
- ECONOMIDOU, M.–TODESCHI, V.–BERTOLDI, P.–CASTELLAZZI, L.–ZANGHERI, P. [2020]: Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings. *Science Direct*, Vol. 225. 110322. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110322>.
- ET [2022a]: A Tanács (EU) 2022/1854 rendelete (2022. október 6.) a magas energiaárak kezelését célzó vészhelyzeti beavatkozásról. HL, 261 L I/1. október 7. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R1854&from=HU>.
- ET [2022b]: REPowerEU: Az Európai Unió helyreállítási terve. Európai Tanács, Brüsszel, <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/eu-recovery-plan/repowereu/>.
- EU [2018]: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/2001 irányelve (2018. december 11.) a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról. HL L 328/82. december 21. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>.
- EU [2023]: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2023/2413 irányelve (2023. október 18.) az (EU) 2018/2001 irányelvnek, az (EU) 2018/1999 rendeletnek és a 98/70/EK irányelvnek a megújuló energiaforrásokból előállított energia előmozdítása tekintetében történő módosításáról, valamint az (EU) 2015/652 tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről. HL, L, október 31. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj?locale=hu>.
- EVANS, A.–STREZOV, V.–EVANS, T. J. [2009]: Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 13. No. 5. 1082–1088. o. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.03.008>.
- FARKAS BEÁTA–PELLE ANITA–SOMOSI SAROLTA [2023]: Az Európai Unió és a geoökonómiai kihívások – ipar- és versenypolitikai válaszok. *Közgazdasági Szemle*, 70. évf. 11. sz. 1193–1212. o. <https://doi.org/10.18414/ks.2023.11.1193>.
- FILIPPINI, M.–HUNT, L. C.–ZORIĆ, J. [2014]: Impact of energy policy instruments on the estimated level of underlying energy efficiency in the EU residential sector. *Energy Policy*, Vol. 69. 73–81. o. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.047>.
- GILLINGHAM, K.–NEWELL, R. G.–PALMER, K. [2009]: Energy efficiency economics and policy. *Annual Review of Resource Economics and Policy*, Vol. 1. No. 1. 597–620. o. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.102308.124234>.
- HAFNER, M.–TAGLIAPIETRA, S. [2020]: *The Geopolitics of the Global Energy Transition*. Springer Open, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-39066-2>.

- IEA [2023]: Global Energy and Climate Model. Documentation. International Energy Agency. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ff3a195d-762d-4284-8bb5-bd062d260cc5/GlobalEnergyandClimateModelDocumentation2023.pdf>.
- IEA [2024a]: Data and statistics, 2024. International Energy Agency. <https://www.iea.org/data-and-statistics>.
- IEA [2024b]: Global Energy and Climate Model, 2024. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model>.
- IEA [2024c]: Global Energy and Climate Model. Macro Drivers, 2024. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/macro-drivers#abstract>.
- KOVALSZKY ZSOLT–MORVA ATTILA–ILYÉSNÉ MOLNÁR EMESE [2022]: Az importföldgázárakról tényyszerűen. Statisztikai Szemle, 100. évf. 10. sz. 983–990. o. <https://doi.org/10.20311/stat2022.10.hu0983>.
- KOZMA DOROTTYA EDINA [2023]: A fenntartható fejlődés mérési lehetőségei az Európai Unióban az Agenda 2030 indikátorai alapján. E-conom, Soproni Egyetem, 12. évf. 1. sz. 89–109. o. <https://doi.org/10.17836/EC.2023.1.089>.
- KUKHARETS, V.–HUTSOL, T.–KUKHARETS, S.–GLOWACKI, S.–NUREK, T.–SOROKIN, D. [2023]: The Impact of the Level of Renewable Energy Source and Gross Domestic Product per Capita on Energy Import Dependency. Sustainability, Vol. 15. No. 15. 11817. <https://doi.org/10.3390/su15111817>.
- LEONARD, M.–PISANI-FERRY, J.–SHAPIRO, J.–TAGLIAPIETRA, S.–WOLFF, G. B. [2021]: The geopolitics of the European green deal. International Organisations Research Journal, Vol. 16. No. 2. 204–235. o. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2021-02-10>.
- LUDVIG ZSUZSA [2007]: Az Európai Unió és Oroszország energiadiálógusa. Köz-Gazdaság, 2. sz. 41–65. o. http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/4185/1/kozg2007-2_41-65.pdf.
- PELLE ANITA [2013]: The European social market model in crisis: at a crossroads or at the end of the road? Social Sciences, Vol. 2. No. 3. 131–146. o. <https://doi.org/10.3390/socsci2030131>.
- PELLE ANITA [2017]: The intra-EU migration challenge in the light of Kaldor's legacy. Acta Oeconomica, Vol. 67. S1. 175–196. o. <https://doi.org/10.1556/032.2017.67.s.12>.
- PELLE ANITA–LONDON ANDRÁS–KURUCZLEKI ÉVA [2021]: The European Union: A dynamic complex system of clubs comprised by countries performing a variety of capitalism. Forum for Social Economics, Vol. 50. No. 4. 530–552. o. <https://doi.org/10.1080/07360932.2019.1601121>.
- PÉREZ, M.–SCHOLTEN, D.–STEGEN, S. [2019]: The multi-speed energy transition in Europe: Opportunities and challenges for EU energy security. Energy Strategy Reviews, Vol. 26. 100415. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100415>.
- SCHMITT, C.–STARKE, P. [2011]: Explaining convergence of OECD welfare states: a conditional approach. Journal of European Social Policy, Vol. 21. No. 2. 120–135. o. <https://doi.org/10.1177/0958928710395049>.
- SINGH, H. V.–BOCCA, R.–GOMEZ, P.–DAHLKE, S.–BAZILIAN, M. [2019]: The energy transitions index: An analytic framework for understanding the evolving global energy system. Energy Strategy Reviews, Vol. 26. 100382. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>.
- SOMOSI SAROLTA [2013]: Energy security in Central and Eastern European countries: challenges and possible answers. Megjelent: *Visvizi, A.–Stępniewski, T. M. (szerk.): Security Dimensions of Central and Eastern Europe*. Instytut Europy Środkowo-Wschodniej, 81–102. o.

- SOVACOO, B. K.–MUKHERJEE, I. [2011]: Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, Vol. 36. No. 8. 5343–5355. o. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>.
- TÓTH TAMÁS–KULIN FERENC [2019]: A megújuló energia részarányának modellezése 2020-as kitekintéssel. *Közgazdasági Szemle*, 66. évf. 10. sz. 1073–1092. o. <http://doi.org/10.18414/KSZ.2019.10.1073>.
- WEF [2023]: *Fostering Effective Energy Transition: 2023*. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2023.pdf.
- WIERLING, A.–SCHWANITZ, V. J.–ZEISS, J. P.–BOUT, C.–CANDELISE, C.–GILCREASE, W.–GREGG, J. S. [2018]: Statistical evidence on the role of energy cooperatives for the energy transition in European countries. *Sustainability*, Vol. 10. No. 9. 3339. <https://doi.org/10.3390/su10093339>.
- WOOLDRIDGE, J. M. [2010]: *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press.
- WOOLDRIDGE, J. M.–WADUD, M.–LYE, J. [2016]: *Introductory econometrics: Asia pacific edition with online study tools 12 months*. Cengage AU. <https://doi.org/10.32614/cran.package.wooldridge>.
- YORK, R.–BELL, S. [2019]: Energy transitions or additions? Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy. *Energy Research & Social Science*, Vol. 51. 40–43. o. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.008>.

A Függelékét lásd a következő oldalon.

Függelék

F1. táblázat

A klaszterszám kialakításának folyamata

A) Klaszterszám: 2

Változók*	1.	2.
	klaszter	
Szórás	0,824	1,290
Energiafüggőség (2004–2020)	–0,584	0,343
Végső energiafelhasználás (2013–2022)	–0,725	0,426
Energiatermelékenység (2022)	0,221	–0,130
Megújuló energia (2022)	0,650	–0,382
Fosszilis energia (2022)	–0,710	0,418
Importolaj (2014–2022)	–0,995	0,585
Importgáz (2014–2022)	–0,168	0,099
Orosz importolaj (2014–2022)	–0,206	0,121
Bruttó rendelkezésre álló energia (2012–2022)	–0,425	0,250
Gázár (2013–2022)	0,335	–0,197
Villamosenergia-ár (2013–2022)	0,457	–0,268
Orosz importgáz (2023)	–0,096	0,056

1. klaszter: Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Lettország, Luxemburg, Németország, Svédország.

2. klaszter: Bulgária, Ciprus, Csehország, Hollandia, Horvátország, Görögország, Írország, Lengyelország, Litvánia, Magyarország, Málta, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Szlovákia, Szlovénia.

* A változók standardizált értékei.

B) Klaszterszám: 3

Változók*	1.	2.	3.
	klaszter		
Szórás	0,000	1,059	0,793
Energiafüggőség (2004–2020)	–0,087	0,383	–0,663
Végző energiafelhasználás (2013–2022)	2,179	0,123	–0,703
Energiatermelékenység (2022)	–0,429	–0,059	0,201
Megújuló energia (2022)	–0,730	–0,339	0,765
Fosszilis energia (2022)	1,949	0,228	–0,838
Importolaj (2014–2022)	0,563	0,517	–1,045
Importgáz (2014–2022)	–0,102	0,084	–0,127
Orosz importolaj (2014–2022)	2,371	–0,178	–0,209
Bruttó rendelkezésre álló energia (2012–2022)	2,298	–0,072	–0,382
Gázár (2013–2022)	0,000	–0,217	0,386
Villamosenergia-ár (2013–2022)	–0,930	–0,175	0,519
Orosz importgáz (2023)	–0,581	0,096	–0,042

1. klaszter: Ciprus, Málta.

2. klaszter: Bulgária, Csehország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Írország, Lengyelország, Litvánia, Magyarország, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Szlovákia, Szlovénia.

3. klaszter: Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Lettország, Luxemburg, Svédország.

* A változók standardizált értékei.

C) Klaszterszám: 4

Változók*	1.	2.	3.	4.
	klaszter			
Szórás	0,864	0,000	0,000	0,793
Energiafüggőség (2004–2020)	0,405	0,060	–0,087	–0,663
Végső energiafelhasználás (2013–2022)	0,087	0,661	2,179	–0,703
Energiatermelékenység (2022)	–0,028	–0,532	–0,429	0,201
Megújuló energia (2022)	–0,353	–0,124	–0,730	0,765
Fosszilis energia (2022)	0,249	–0,097	1,949	–0,838
Importolaj (2014–2022)	0,397	2,323	0,563	–1,045
Importgáz (2014–2022)	–0,136	3,406	–0,102	–0,127
Orosz importolaj (2014–2022)	–0,181	–0,132	2,371	–0,209
Bruttó rendelkezésre álló energia (2012–2022)	–0,043	–0,501	2,298	–0,382
Gázár (2013–2022)	–0,391	2,391	0,000	0,386
Villamosenergia-ár (2013–2022)	–0,320	1,997	–0,930	0,519
Orosz importgáz (2023)	0,141	–0,581	–0,581	–0,042

1. klaszter: Bulgária, Csehország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Írország, Lengyelország, Litvánia, Magyarország, Németország, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Szlovákia, Szlovénia.

2. klaszter: Románia.

3. klaszter: Ciprus, Málta.

4. klaszter: Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Lettország, Luxemburg.

* A változók standardizált értékei.

D) Klaszterszám: 5

Változók*	1.	2.	3.	4.	5.
	klaszter				
Szórás	0,838	0,000	0,258	0,747	0,000
Energiafüggőség (2004–2020)	2,121	–0,107	–0,067	–2,831	0,060
Végző energiafelhasználás (2013–2022)	–1,546	1,217	3,141	–0,478	0,661
Energiatermelékenység (2022)	0,244	0,024	–0,883	1,849	–0,532
Megújuló energia (2022)	–0,843	–0,493	–0,966	1,240	–0,1245
Fosszilis energia (2022)	0,720	1,898	2,000	–1,060	–0,097
Importolaj (2014–2022)	0,012	0,194	0,932	–1,370	2,323
Importgáz (2014–2022)	–0,231	0,000	–0,205	2,656	3,406
Orosz importolaj (2014–2022)	–0,201	4,996	–0,254	–0,258	–0,132
Bruttó rendelkezésre álló energia (2012–2022)	–1,118	0,725	3,872	–0,499	–0,501
Gázár (2013–2022)	0,833	0,000	0,000	0,687	2,391
Villamosenergia-ár (2013–2022)	–2,911	–0,669	–1,191	1,154	1,997
Orosz importgáz (2023)	0,056	–0,581	–0,581	–0,581	–0,581

1. klaszter: Csehország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Írország, Litvánia, Magyarország, Németország, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Szlovákia, Szlovénia.

2. klaszter: Ciprus.

3. klaszter: Bulgária, Lengyelország, Málta.

4. klaszter: Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Lettország, Luxemburg, Svédország.

5. klaszter: Románia.

* A változók standardizált értékei.

E) Klaszterszám: 6 (kiugró érték nélkül)

Változók*	1.	2.	3–4.**	5.	6.
	klaszter				
Szórás	0,706	0,000	0,00	0,657	0,709
Energiafüggőség (2004–2020)	0,698	1,485		0,066	–0,560
Végső energiafelhasználás (2013–2022)	–1,426	2,072		0,007	–0,360
Energiatermelékenység (2022)	0,626	–0,783		–0,310	–0,261
Megújuló energia (2022)	–0,707	–0,830		–0,288	1,580
Fosszilis energia (2022)	0,012	1,854		–0,139	–0,720
Importolaj (2014–2022)	–0,570	1,398		0,121	–0,886
Importgáz (2014–2022)	–0,540	–0,185		–0,054	–0,561
Orosz importolaj (2014–2022)	–0,213	–0,222		–0,187	–0,193
Bruttó rendelkezésre álló energia (2012–2022)	–0,952	2,405		–0,099	–0,221
Gázár (2013–2022)	0,329	–0,134		–0,457	0,413
Villamosenergia-ár (2013–2022)	–0,945	–0,859		0,094	0,260
Orosz importgáz (2023)	–0,368	–0,581		0,566	–0,553

1. klaszter: Hollandia, Luxemburg, Németország.

2. klaszter: Lengyelország, Málta.

3–4. klaszter: Bulgária, Lengyelország, Málta.

5. klaszter: Belgium, Bulgária, Csehország, Franciaország, Görögország, Horvátország, Litvánia, Magyarország, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Szlovákia, Szlovénia.

6. klaszter: Ausztria, Észtország, Finnország, Lettország, Svédország.

* A változók standardizált értékei.

** A 3–4. klaszter országai kiugrók, összevontan kerültek a táblázatba, a standardizált változók értékei nem kerültek az ő esetükben összevonásra.