



---

# BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM

## PÉNZÜGYI ÉS SZÁMVITELI KAR

A megújuló energiaforrások  
jelentőségének statisztikai vizsgálata  
Németország és Európa  
összehasonlításának keretében

Belső konzulens: Dr. Sugár  
András

Külső konzulens: Benoist György

Schlemmer Adrienn

Nappali tagozat

Gazdálkodási és  
menedzsment szak

Statisztikus elemző  
specializáció

---

## NYILATKOZAT

Alulírott .....Schlemmer Adrienn..... büntetőjogi felelősségem tudatában nyilatkozom, hogy a szakdolgozatomban foglalt tények és adatok a valóságnak megfelelnek, és az abban leírtak a saját, önálló munkám eredményei.

A szakdolgozatban felhasznált adatokat a szerzői jogvédelem figyelembevételével alkalmaztam.

Ezen szakdolgozat semmilyen része nem került felhasználásra korábban oktatási intézmény más képzésén diplomaszerzés során.

Tudomásul veszem, hogy a szakdolgozatomat az intézmény plágiumellenőrzésnek veti alá.

Budapest, 2019 év .....12..... hónap .....11..... nap



.....  
hallgató aláírása

---

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. Energiafelhasználás alkalmazási területeinek bemutatása, Európa megújuló energiapolitikája.....	5
2.1 Megújuló energia jelentősége, felhasználása.....	5
2.2 RED I – Megújuló energiafogyasztáshoz kapcsolódó irányelvgyűjtemény .....	9
2.3 RED I célgörbe, átlagos NREAP alakulása az Unióban, Németországban.....	10
2.4 Villamos-energia szerepe a megújuló energia kibocsátásban .....	13
3. A RED I-ben foglaltak kivitelezése, célmegvalósítás akadályai .....	14
3.1 LCOE.....	14
3.2 Ösztönzőrendszerek bemutatása .....	16
3.2.1 Európai Unió támogatások .....	16
3.2.2 Nemzeti támogatások.....	18
3.2.3 Ösztönzők eredményessége az Unióban és Németországban.....	19
3.3 Nap-, szél-, vízenergia energia részesedésének változása .....	20
3.4 Felmerülő problémák a kitűzött célok megvalósításban .....	24
3.4.1 Túlkompenzáció, fogyasztók terhelése .....	25
3.4.2 Korlátozások, adminisztrációs problémák .....	26
3.4.3 Európai Bizottság késleltetett beavatkozási lehetőségei .....	27
3.4.4 Infrastrukturális-hálózati problémák.....	28
3.5 RED II: új célkitűzések.....	29
4. Megújuló energia részesedés eloszlásának, befolyásoló tényezőinek vizsgálata, kapcsolata a GHG kibocsátással .....	30
4.1 Befolyásoló tényezők .....	30
4.1.1 RES harmonizációja a megújuló energiafogyasztás villamos-energiaipari részesedésével.....	32
4.1.2 A földgázárak és a megújuló energia részesedésének kapcsolata .....	35
4.1.3 RES hatása az energiainportra .....	37
4.2 Megújuló energiatermelés jelentősége a GHG gázok, fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkentésében .....	39
4.2.1 A 2009-es GHG kibocsátás visszaesésének okai Európában .....	42
4.2.2 GHG emissziós célok az Unióban és Németországban .....	42
4.3 RES hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra .....	45
4.4 Megújuló energiafogyasztás hatása az üvegházhatású gázkibocsátásra.....	49
5. Összefoglalás .....	53
Irodalomjegyzék .....	59
Ábrajegyzék .....	62

---

---

## 1. Bevezetés

Több évezredes történelme során a Föld légköre időről időre drasztikus hőmérséklet-változáson ment keresztül. A bolygó klímája mindig is ki volt téve a Nap eltérő energiaintenzitásának, az atmoszféra összetételváltozásának, azonban az elmúlt évszázad klímáját egy új erő kezdte el befolyásolni: maga az emberiség.

A jelen kor globális felmelegedése többek között az emberi tevékenységek folytán kibocsátott üvegházhatású gázok jelenlétében különbözik a Föld korábbi klímaváltozásaitól. Az 19. Században bekövetkező Ipari forradalom révén beinduló folyamatok indították el a fokozott széndioxid körforgást, mely a mai napig jelentős hatással bír a levegő hőmérsékletére.

A fosszilis tüzelőanyagok égetésével keletkező anyagok melegítik a légkört, mely aztán lecsapódik a bolygó felszínére. Ez végül fokozatosan áradásokhoz, sarki felmelegedéshez, sivatagosodáshoz vezet. A légkörbe jutó üvegházhatású gázok tekintélyes részben energiakibocsátás/átalakítás révén képződnek. Az alternatív/megújuló energiaforrásfelhasználás azonban nem jár GHG (üvegházhatású gáz) kibocsátással, ezáltal aligha kérdéses, hogy az ilyen módon kivitelezett energiatermelés növelése globális és Uniós szinten is kritikus fontossággal bír.

Az Európai Unió több, mint két évtizede képvisel vezető szerepet a fenntartható fejlődés jegyében létrejövő technológiai fejlesztésekben. Az Unió hosszútávú megújuló energia részesedésre vonatkozó irányelveivel harcol az üvegházhatású gáztermelés csökkentéséért.

Dolgozatom első felében a megújuló energiaforrásfelhasználásra vonatkozó EU-s keretrendszer hatékonyságát kívánom bemutatni. Kronológiailag ábrázolom a megújuló energiafogyasztás összes energiafelhasználásbeli részesedésének alakulását, illetve az erre vonatkozó nemzeti és közösségi szintű célkitűzések harmonizációját. Az elemzés során a tagállamok közül centrális elhelyezkedését tekintve hangsúlyos szerepet kap Németország.

---

Az összehasonlítások a tagállam, valamint az Európai Unió 28 tagállamának RES<sup>1</sup> helyzete/fejlődése között történik. Szó lesz az egyes alternatív források szerepéről, megoszlásáról, felmerülő problémákról, kapacitáskihasználásról is, ezen túl pedig a megújuló energiatermelés fosszilis hordozókkal való versenyképességéről. Középpontban a napenergia, és szélenergiafogyasztása áll, tekintve, hogy az elmúlt évtizedben utóbbi energiatípusok kibocsátásában történt domináns változás.

Bár az energiafelhasználásnak több módoszata ismert, a tézis fókuszában a villamosenergiaipari tendenciák állnak, mely a legnagyobb mértékű befolyással rendelkezik az összes energiafogyasztás tekintetében. Utóbbi állításomat lineáris regresszió- korreláció elemzéssel kívánom bizonyítani. A mélyebb szintű analízisek előzményeképp, az uniós irányelv kivitelezése kapcsán felmerülő akadályokat/problémákat ismertetem, ez esetben is fokozott hangsúlyt kap Németország.

A megújuló energiafogyasztás részesedésének eloszlásvizsgálatán, kiugró értékekkel rendelkező tagállamok azonosításán túl a RES gazdasági jelentőségének alátámasztása céljából, olyan alakítótényezők korrelációs elemzését végzem, mint például az energiainport, illetve földgázárak.

Munkám lezárásaképp a megújuló energiakibocsátás konkretizált, üvegházhatású gázkibocsátásra gyakorolt kronológiai hatását vizsgálom az EU és Németország összehasonlításának keretében.

A globális felmelegedés környezeti, gazdasági hatásainak elemzése kapcsán számos tanulmány készült világszerte, Európában újabb és újabb projektek születnek annak érdekében, hogy a széndioxid kibocsátás mértéke évről évre csökkenjen.

A megújuló energiaforrás, globális felmelegedés fogalma elterjedt, dolgozatomban azonban szeretnék mélyebb betekintést nyújtani Európa megújuló energiapolitikájába, kiemelve a sikeres-, illetve a jelenleg kevésbé működőképes oldalát is.

---

<sup>1</sup> RES: Renewable Energy Sources : Az Európai Bizottság és egyéb EU-s szervezetek (pl. IRENA) hivatkozása a megújuló energiaforrásokra/megújuló energiafogyasztás bruttó fogyasztásbeli részesedésére



---

## 2. Energiafelhasználás alkalmazási területeinek bemutatása, Európa megújuló energiapolitikája

Az energiafelhasználás kritikus jelentőséggel bír a mindennapi életünkben, legyen szó akár éjszakai műszakról, fűtésről, közlekedésről, alkatrészgyártásról stb. Az, hogy az előbbieken felsorolt tevékenységek milyen forrásfelhasználással mennek végbe, gazdasági, természeti, illetve gazdaságpolitikai szempontok alapján kiemelkedő jelentőséggel bírnak.

### 2.1 Megújuló energia jelentősége, felhasználása

A tiszta energiára való áttérés Európa szinten csökkentheti az üvegházhatású gázok (köztük a széndioxid) kibocsátásának mértékét, ezzel is hozzájárulva a környezeti állapotok fenntarthatóságához, emellett pedig mérsékeltebb gazdasági függéssel kecsegtet az EU-s tagállamok részére az energiaimport tekintetében.

Villamos-energia előállítása számos forrásból történhet, azonban a fosszilis tüzelőanyagfelhasználás negatív hatással van a természetre, hiszen a széndioxid kibocsátás eredményeképp erősödő globális felmelegedés természetkatasztrófákhoz, valamint egyes fajok kihalásához vezet. A GHG (üvegházhatású gázok) 80%-a nem megújuló energiaforrások égetésével keletkezik!

Üvegházhatású gázok kategóriájába tartoznak:

Széndioxid: fosszilis tüzelőanyagok (szén, földgáz, kőolaj), szilárd hulladék, fák égetése, illetve egyéb kémiai reakciók (cement előállítás) által kerül az atmoszférába. Az üvegházhatású gázkibocsátás 98%-át teszi ki.

Metán: Hasonlóan a fentiekhez, a metán szén, földgáz, valamint kőolaj előállítása, szállítása közben keletkezik. (Emellett mezőgazdasági műveletek is fokozzák a metán termelését)

Nitrogén- dioxid: Ipari és mezőgazdasági tevékenységek révén kerül kibocsátásra (tüzelőanyagok, szilárd hulladék égetése, szennyvízkezelés)

Fluortartalmú gázok: Ipari tevékenységek során keletkező szénhidrogének, kén-hexafluorid stb.

---

2015-ben az Unió kb. 16 milliárd eurót takarított meg a fosszilis energiahordozók beszerzésére fordított összeg tekintetében, melynek várható értéke 2030-ra 58 milliárd euró. <sup>2</sup>A megtakarítás annak köszönhető, hogy a tüzelőanyagok beszerzésének egy részét megújuló energiaforrásokból származó „saját előállítás” váltotta fel.

Becslések szerint a megújuló energiaforrásokból származó fogyasztás 1 százalékpontos növekedése a villamos-energia piaci árát átlagosan 0,4 euróval <sup>3</sup>csökkenti megawattónként az EU28 országában.

A megújuló energiaforrás-felhasználás fejlődése az elmúlt években hozzájárult számos technológiai fejlesztéshez, illetve a foglalkoztatás növekedéséhez. 2015-ben a megújuló energiaipar forgalma 144 milliárd euró volt, ezzel együtt több mint 1,2 millió munkavállaló helyezkedett el a szektorban. <sup>4</sup>

Ezen információk fényében az energiakibocsátás tényezőinek, fejlesztésének folyamatos vizsgálata, értékelése elengedhetetlen az Európai Unió nézőpontja szerint.

Ahogy a fentiekben említésre került, villamos-energia termelése történhet nem megújuló (fosszilis tüzelőanyagok – szén, nemesgázok, kőolaj), valamint megújuló energiaforrások felhasználásával.

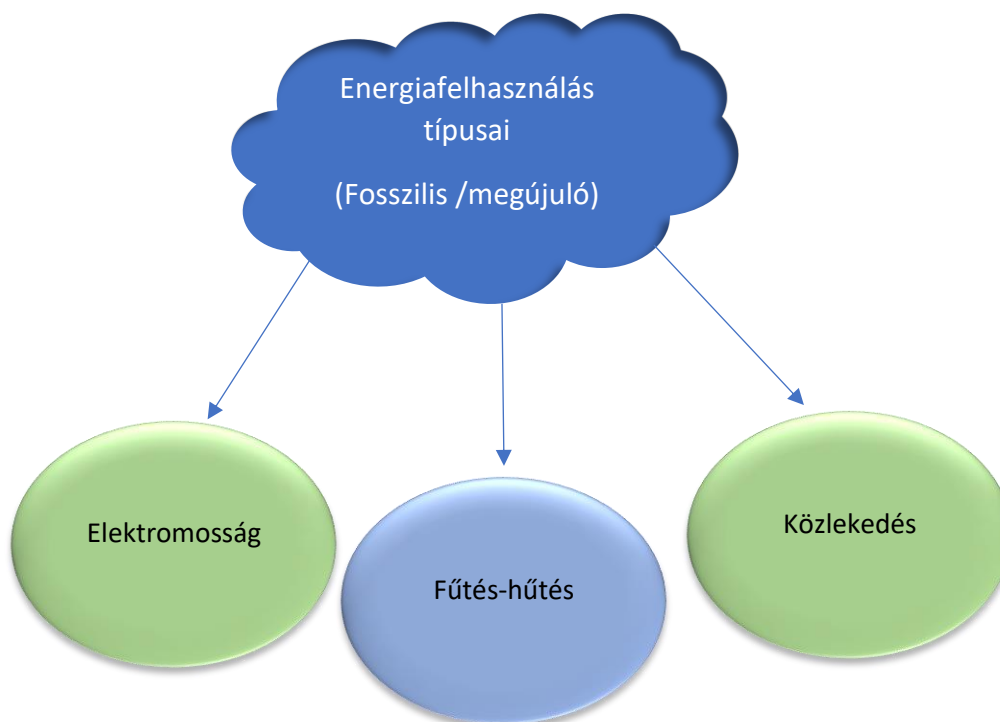
---

<sup>2</sup> Európai Bizottság: Renewable Energy Progress Report

<sup>3</sup> Európai Bizottság: Energy prices and costs in Europe

<sup>4</sup> International Renewable Energy Agency: ‘Renewable energy and jobs, Annual review 2015

1. ábra Energiafelhasználás típusai



*Forrás: European Court of Auditors 2019 alapján*

Megújuló energiaforrások közé tartoznak: szélenergia, vízenergia, napenergia, bioenergia, geotermikus energiaalap (A Föld belsejében történő radioaktív bomlás útján felszabaduló hő, mely a Föld felszínét elhagyva a légkörbe kerül), illetve a nap és hold energiatermelő mechanikus hatása. Ezen energiaforrások az elektromosság generálásán túl felhasználhatók fűtésre – hűtésre, valamint üzemanyagként.

Bioüzemanyag/Biogáz: Folyékony, illetve gáz halmazállapotú üzemanyag mely biomasszából képződik.

Biomassza: Mezőgazdaságból származó anyag (erdőgazdálkodás, halgazdálkodás, ipari termelés következtében keletkező lebomló szemét).

Vízenergia: Folyóvíz/Vízesés által előállított mechanikus energia, melyet jellemzően elektromosság előállítására használnak fel, azonban egyre gyakrabban képezi alapját a hűtés -fűtés rendszernek a magánszektorban. Az óceáni hullámmozgás átalakítása elterjedt az ágazatban.

Napenergia: Fénysugarak, illetve a Napból származó hő is felhasználható energiatermelésre. A forrásokat javarészt villamos-energia előállítására (fotovoltaikus energia), kisebb arányban pedig fűtésre használják fel (termál energia). A fénysugarak átalakítása napelemek segítségével történik.

Szélergia: A levegőmozgás (szél) turbinák segítségével történő transzformációja. Az előbbieken túl a szemét égetésével keletkezett hő leválasztása (ezáltal redukált mennyiségű széndioxid kerül a levegőbe – Carbon Capture)<sup>5</sup>

A korábban említett energiaforrások felhasználási lehetőségeit képezik a következők:

2. ábra Megújuló technológiák applikációja

Megújuló technológia	Energiaátalakítás alapja	Applikáció
Vízenergia	Vízesés, folyás mechanikus energiája	Villamos-energiaelőállítás
Szélturbinák	Levegőmozgás	
Napenergia (fotovoltaikus energia)	Napsugarak	
Biomassza	Égetés	
Hulladék	Hamvasztás	
Geotermikus energia	Hőmérséklet különbségek által felszabaduló energia	
Hullám, óceáni energia	Hullámmozgások	
Nap termikus energiája	Napsugarak hőmérséklete	Hűtés-fűtés
Bioüzemanyag/Biogáz	Biomassza átalakítása folyékony, gáz halmazállapotú anyaggá	
Hulladék	Hamvasztás	
Geotermikus energia	Hőmérséklet különbségek által felszabaduló energia	
Bioüzemanyag/Biogáz	Biomassza átalakítása folyékony, gáz halmazállapotú anyaggá	Közlekedés

Forrás: European Court of Auditors 2019 alapján

<sup>5</sup> Carbon Capture: A fosszilis anyagok égetése közben keletkező széndioxid kivonása a légkörből. Az így megtartott CO<sub>2</sub>-t további fűtésre képesek felhasználni az energiatermelők.

---

Az Európai Unió a táblázatban kiemelt folyamatok megvalósítására vonatkozó célkitűzéseit, irányelveit először 2009-ben fogalmazta meg RED I című gyűjteményében. Az irányelvben foglaltak formálták a tagállamok energiapolitikáját, támogatásrendszerét, melynek alapjai a következő fejezetben kerülnek kifejtésre.

## 2.2 RED I – Megújuló energiafogyasztáshoz kapcsolódó irányelvgyűjtemény

Az energiatermelésre ezen belül a villamos-energia kibocsátására vonatkozó célok konkrétumai a 2009-ben publikált RED I. - Megújuló Energia Irányelvben kerültek bemutatásra (Renewable Energy Directive).

A szabályzat alapját az Európai Unió Működéséről Szóló Szerződés (EUMSZ) által kifejtett szabványok képezik. Az EUMSZ 194-es publikációja 4 fő célt fogalmaz meg a nemzetek számára az energia kibocsátás-felhasználás tekintetében, melynek egyik eleme a tiszta energiaforrásokkal kapcsolatos fejlesztésekre vonatkozik:

1. Az energiapiac folyamatos működésének biztosítása nemzeti keretek között
2. Energiaáramlás az Európai Unió tagállamain belül
3. Energiahatékonyság támogatása, megújuló energiaforrásfelhasználás kiterjesztése – fejlesztése
4. Energiahálózatok kapcsolódási pontjainak felügyelete, fenntartása

A RED I – ben megfogalmazottak szerint, 2020-ra a megújuló energiaforrások révén képződő energiafelhasználás 20%-át kell képezze a végső – bruttó energiafogyasztásnak. (Az EU 28 országának átlagos energiafogyasztására vonatkozóan). A megújuló energia összes fogyasztásából való részesedésére vonatkozó hivatalos kifejezés az irányelvben is alkalmazott **RES** (megújuló energiafogyasztás részesedése az összes energiafelhasználásból). A 2030-ra kitűzött cél az átlagos összesített részesedésre vonatkozóan 27%.

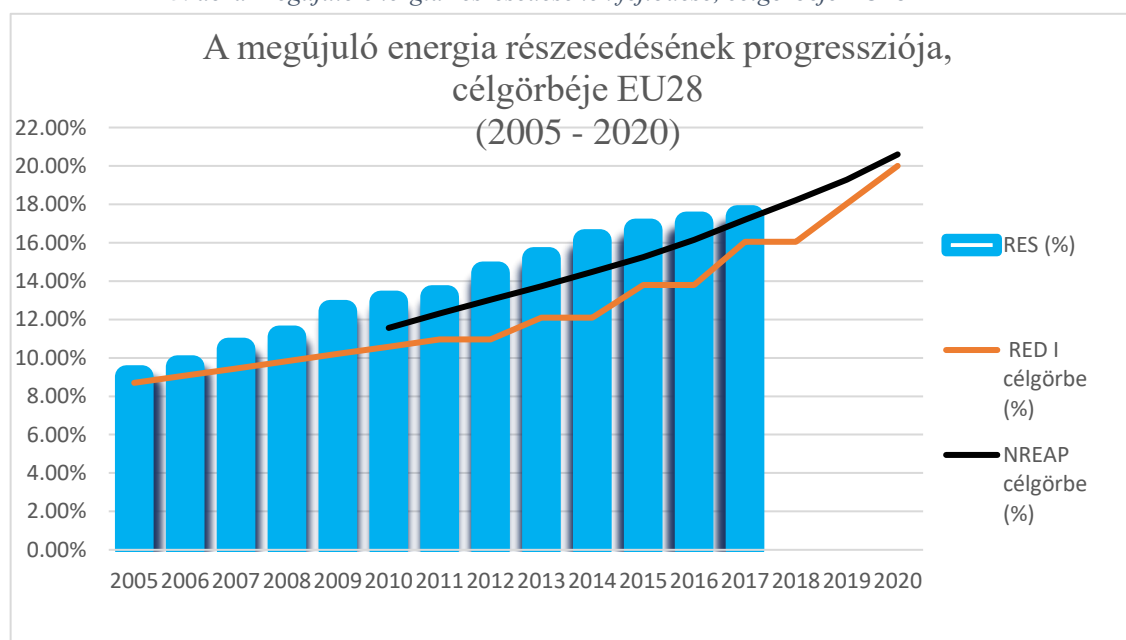
Bruttó végleges energia-fogyasztás alapja ebben a kontextusban minden olyan forrásból nyert energia, melyet ipari, infrastrukturális, háztartási, szolgáltatási, mezőgazdaságbeli, erdő és halgazdálkodás szektorok keresletkielégítése végett szállítanak. Tartalmazza továbbá a villamos-energia és hőtermelő ágazat saját villanyáram fogyasztását, valamint az energiaátalakítás következtében keletkező többlet hőt és elektromosságot.

Az átlag elérése végett a RED I 2005 és 2020 között éves szinten meghatározza a nemzetek százalékos részesedéseit (részesedésbeli célkitűzéseit), olyan változók figyelembevételével, mint például az egy főre jutó bruttó hazai termék. Ezen kívül az egyes céloknak jellemezniük kellett a gazdasági stabilitást is. A kibocsátásra került energia felhasználása a korábbiakban ismertetett módon történő alkalmazási módszerek alapján vehető figyelembe. (Villamos-energia előállítás, hűtés-fűtés, üzemanyag). Az elektromos energia és a hűtés-fűtés részesedésére nem születtek specifikus meghatározások, azonban a megújuló forrásokból származó energia minimum 10%-át üzemanyagként kell felhasználniuk a nemzeteknek a közlekedési szektorban. A RED I tagállamokra lebontott kronológiai célkitűzése mellett, az Unió országainak éves szinten is prognosztizálniuk kellett a megújuló energiaforrásfelhasználásuk részesedésének potenciális fejlődését 2005 és 2020 között (szektor szinten is). Ez a célmeghatározás valójában a nemzetek saját megújuló energia részesedésre vonatkozó akció terve: NREAP (National Renewable Energy Action Plan). Ezáltal előfordulhat az, hogy a RED I kalkulációja eltér az országos céloktól.

A következő diagrammok a tényleges RES értékek mellett, a RED I irányelv által megfogalmazott célokat, illetve a tagállamok akciótervében foglaltakat veti össze Németországra és az Unió egészére vonatkozóan.

### 2.3 RED I célgörbe, átlagos NREAP alakulása az Unióban, Németországban

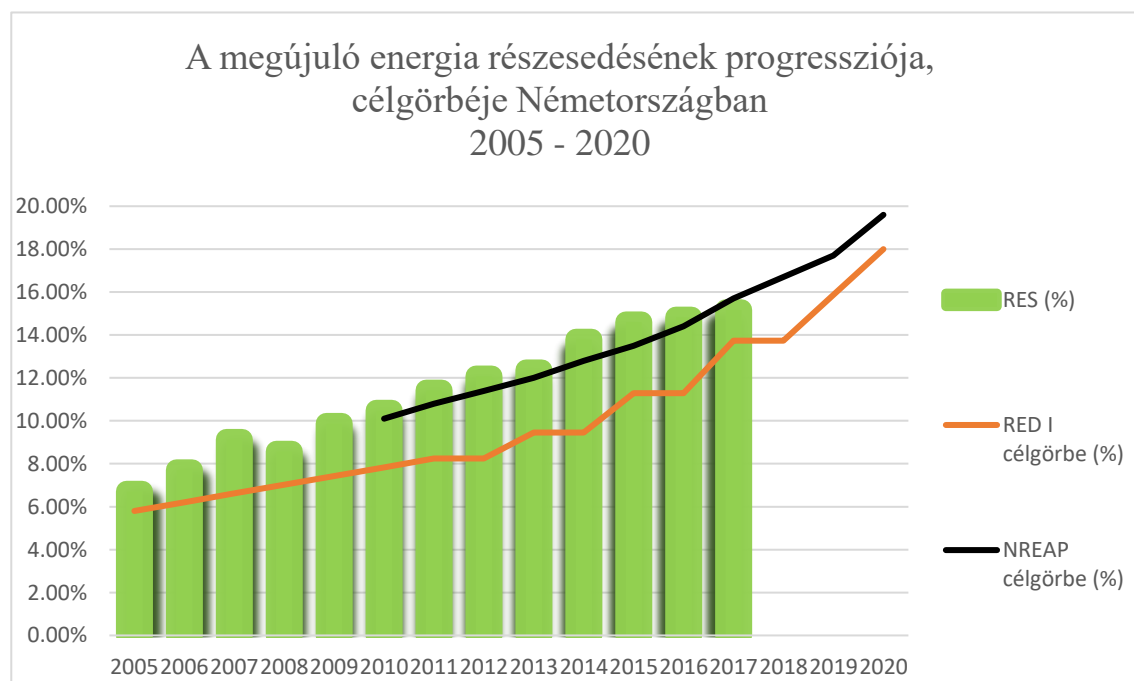
3. ábra Megújuló energia részesedésének fejlődése, célgörbéje EU28



Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

A korábbi diagramm jól szemlélteti, hogy 2017-ig bezárólag a tényleges RES meghaladta a nemzetek, illetve a RED I célkitűzéseit, azonban a fejlődés lassulni, telítődni látszik, egyes tagállamok kibocsátásának visszaesése miatt ezáltal nem biztos, hogy az EU 28 országainak átlagos részesedése eléri majd a 20%-ot. (Kifejtése a Felmerülő problémák a kitűzött célok megvalósításban című fejezetben). A tagállamonként összesített nemzeti célok meghaladták a RED I célkitűzéseit az egyes években, hiszen fejlődésüket lineáris alapok szerint határozták meg szemben az Irányelv elképzeléseivel. 2020-ra a tagállamonként prognosztizált részesedés alig haladja meg az irányelv céljait. Egyes nemzetek esetén a NREAP és a RED I-ben állított célok nagyobb mértékben eltérnek. A 2010-es évek elején Németország nem számolt az Unióban számos tagállamot érintő megújuló energiaberuházások kapcsán felmerülő infrastrukturális, pénzügyi, illetve adminisztrációs problémákkal, főként ez okozza a diagrammon látható különbséget a nemzeti prognózis és a RED I becslései között.

4. ábra A megújuló energia részesedésének fejlődése, célgörbéje Németországban



Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

A megújuló energiaforrások részesedésének fejlődését illetően hasonló tendencia figyelhető meg Németországban, azonban az egyes évek adatai mindinkább alulmaradnak az európai átlaggal szemben, miközben a nemzet által kitűzött cél aligha tér el az Unió egészére vonatkozóétól.

A RED I-es célkitűzések kevésbé harmonizálnak az országban elvárt értékekkel (NREAP). A tényleges részesedések tendenciája alapján Németország nem fogja elérni a 2010-ben megfogalmazott közel 19,6%-os RES célt (2020-ig), hiszen a RED I-es 18%-os érték elérése is kérdéses. (Tényezők kifejtése a vízenergia témakörében).

A következő táblázat Németország éves átlagos százalékpontban kifejezett fejlődését mutatja:

*5.ábra Németország éves átlagos fejlődése a megújuló energiafelhasználásban*

<b>2005-ös megújuló energia részesedése (%)</b>	7.1%
<b>2017-ös megújuló energia részesedése (%)</b>	15.5%
<b>2020 cél</b>	18.0%
<b>Változás összes (százalékpont) 2005-2017</b>	8.3%
<b>Változás éves átlagos (százalékpont) 2005-2017</b>	<b>0.6%</b>
<b>Fennmaradó részesedéshiány összes (százalékpont)</b>	2.5%
<b>Fennmaradó részesedéshiány éves átlagos (százalékpont)</b>	<b>0.8%</b>

*Forrás: European Court of Auditors 2019 pp 48 alapján*

Az ábra, valamint a táblázat alapján is jól kivehető, hogy Németország fejlődési szakasza lassul, telítődni látszik. A növekedés mértéke 2005, illetve 2017 év vége között átlagosan 0,6 százalékpont, mely nem elegendő a RED I által kitűzött 18%-os részesedés megszerzéséhez. A 2017-től számított éves átlagos növekedés, azaz 0,8 százalékpont lenne elegendő az Irányelv Németországra vonatkozó célkitűzésének megvalósulásához.

11 tagállam 2017-ig bezárólag elérte a 2020-ra prognosztizált részesedését: Bulgária, Csehország, Dánia, Észtország, Horvátország, Olaszország, Litvánia, Magyarország, Románia, Finnország, valamint Svédország. Görögország.



---

Lettország és Ausztria csupán 2 százalékpontnyira van a céljaik elérésétől, míg 6 tagállam szempontjából (jelen átlagos növekedési ütem alapján) valószínűtlen a kitűzött részesedés beteljesülése 2020-ig (Hollandia, Franciaország, Írország, Egyesült Királyság, Luxemburg, Lengyelország.)

A fennmaradó nemzetek számára abban az esetben érhetők el az országos célok, amennyiben a 2017-es adatok alapján meghatározott átlagos növekedési ütem pár tized százalékkal javul (pl. Németország, Belgium, Szlovénia stb.).

A megújuló energiaforrásfelhasználáshoz kapcsolódó országos célok, szabályok mára már beépültek a tagállamok törvényei közé.

A RED I kiegészítése, illetve bizonyos célok módosítása érdekében született meg a "Clean Energy package" (Tiszta Energia csomag). A gyűjtemény célkitűzéseiben a megújuló energiafogyasztás részesedését 27%-ról 32%-ra növelte. A változtatás kapcsán felmerülő aggodalmak a későbbiekben kerülnek kifejtésre.

## 2.4 Villamos-energia szerepe a megújuló energia kibocsátásban

Az energiafogyasztás tekintélyes részben a villamos-energia-felhasználásból adódik, ebből kifolyólag a megújuló források által termelt áram részesedésének értéke (az összes villamos-energia előállításból) kulcsfontosságú szerepet játszik a bruttó részesedés alakulásában (RES). 2005 és 2017 között a megújuló energiaforrások által előállított elektromosság 15%-ról 31%-ra nőtt. A növekedés alapját a napelemek, illetve szélturbinák által termelt energia jelentős növekedése képezte az elmúlt évek során.

**Abszolút értékben** azonban a hűtés-fűtés szektor járul hozzá a legnagyobb mértékben az EU-s megújuló energia kibocsátásához. (Megújuló energia százalékos részesedése a szektorban 2017-es adatok alapján 19,5%). Míg az imént említett ágazat 102 Mtoe -al (1 millió tonna kőolaj elégetésével nyert energia ekvivalenciával), addig az elektromos ipar csupán 86,7 Mtoe-val járult hozzá az EU megújuló energia termeléséhez.

---

### 3. A RED I-ben foglaltak kivitelezése, célmegvalósítás akadályai

A megújuló energiafogyasztás fejlődésének alapját nagyobb részben kétségkívül a 2009-ben meghatározott keretek, támogatási alapok képezték, ehhez azonban hozzájárult a megújuló energia kibocsátás során felmerülő költségek csökkenése is. A megújuló energia előállításra vonatkozó nemzeti, uniós támogatásrendszer, valamint a beruházási–működtetési költségek összefüggése ebben a fejezetben kerül tárgyalásra.

#### 3.1 LCOE

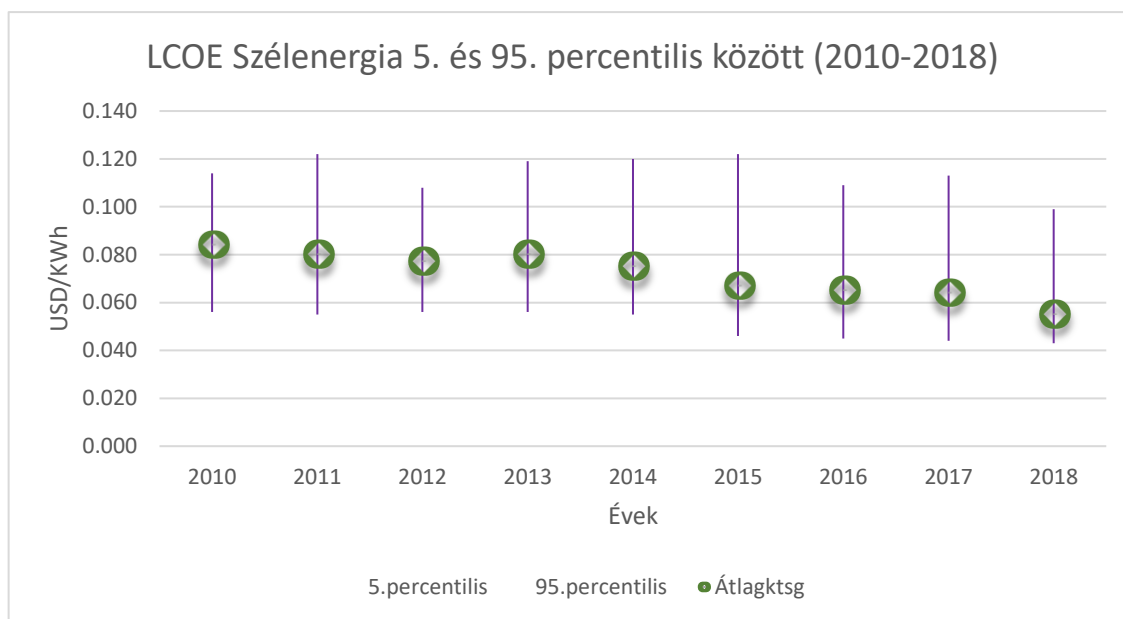
A megújuló energiaforrásfelhasználás kapcsán felmerült technológia fejlesztések, kivitelezések (pl. napelemek elhelyezése, kiépítése) költséghatékonyság szempontjából mára már képesek felvenni a versenyt a fosszilis kapacitásokéval.

A villamos-energiaipar az úgynevezett LCOE (Levelised Cost of Electricity) mutató segítségével kalkulálja a megújuló, illetve nem megújuló forrásfelhasználáshoz kapcsolódó kiadásokat. A LCOE valójában az egy megawattóra jutó működtetési, illetve építési költség összegét jellemzi. Az **IRENA**<sup>6</sup> 2017-es megállapítása szerint a megújuló források által előállított energia a korábban kifejtett mutatószám szempontjából képes volt felvenni a versenyt a fosszilis forrásokéval. Ezen belül a szél segítségével előállított energia 2017-et megelőzően is beleesett a fosszilis forrásfelhasználások költségtartományába. A szélenergia átlagos beruházási és működési költsége 2010 és 2018 között az alábbi ábrán látható:

---

<sup>6</sup> IRENA - Nemzetközi Megújuló Energia Szervezet, mely organizáció támogatja a világ minden országát a tiszta energiára való áttérésben, a fenntarthatóság jegyében. Nemzetközi együttműködések platformját képezi.

6. ábra LCOE Szélerenergia

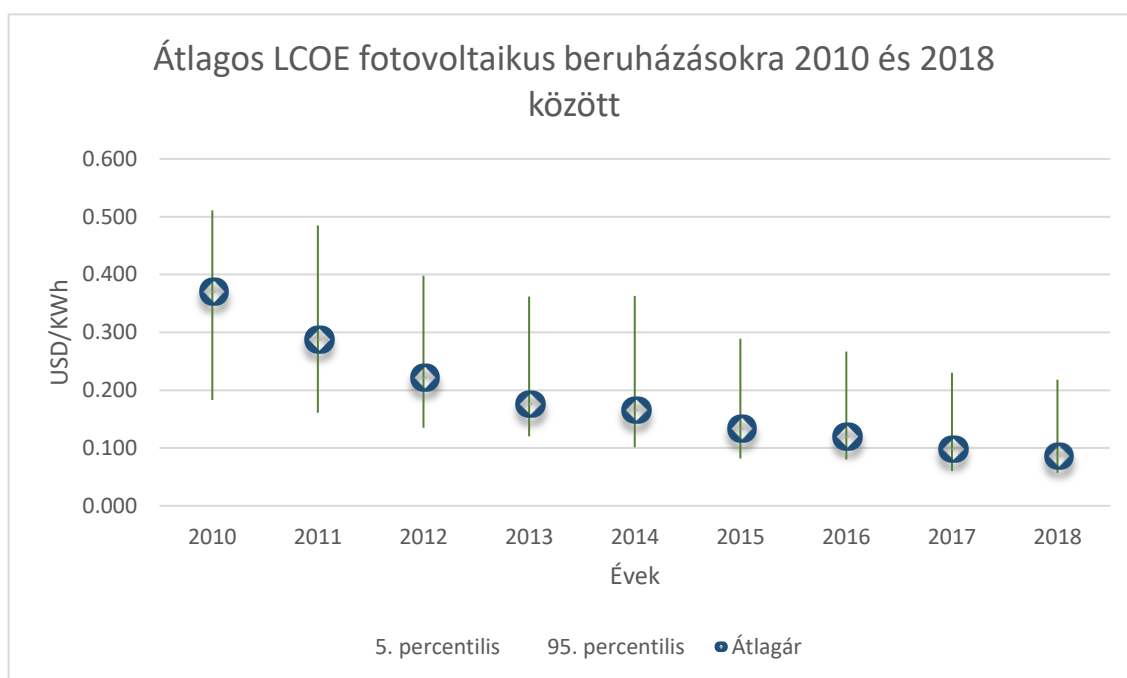


Forrás: IRENA 2019 alapján

Az ábrán kivehető pontok az egyes évek átlagköltségét fejezik ki (1 kilowattóra eső dollár összege), melyek az LCOE ötödik, illetve 95. percentilisének intervallumán helyezkednek el.

A globális szinten jelentkező beruházási kiadások gyorsütemű csökkenése, valamint a bővülő kapacitás nagy mértékben növelte a fotovoltaiikus energiatermelés versenyképességét is az elmúlt években. 2010 és 2017 között nőtt a napenergia generátorok költséghatékonysága is. Becslések alapján az átlag beruházási/termelési költségek 0,36 dollár/kWh-ról 0,1 dollár/kWh-ra csökkentek a vizsgált időtartamban (ez mintegy 73%-os visszaesésnek felel meg). 2010 és 2013 között az LCOE éves átlagos csökkenése 20% volt a fotovoltaiikus energiapiacon, s bár a tendencia külső piaczgazdasági hatások miatt átmenetileg lelassult 2013-2014-ben, 2015-től újfent egyre jelentősebb mértékű az LCOE visszaesése.

7. ábra LCOE Napenergia



Forrás: IRENA 2019 alapján

A csökkenés tendenciája a napenergiaberuházási költségek tekintetében erőteljesebb, azonban még mindig nem érte el szélenergia/fosszilis energiakibocsátás átlagos kiadási tartományát.

### 3.2 Ösztönzőrendszerek bemutatása

A RED I az Uniós hozzájárulások folyamatos fejlesztésén túl, támogatja a nemzeti ösztönzőrendszerek kidolgozását gazdaságpolitikai keretek között. Míg az Uniós rendszer központilag létesített alapokra támaszkodik, addig a nemzetek lazább korlátok között alkothatták meg a saját ösztönzőpolitikájukat. A 2010-es évek második feléig az Uniós Bizottság sem szólhatott bele a nemzeti támogatások alkalmazáskombinációiba.

#### 3.2.1 Európai Uniós támogatások

Az alábbi táblázatban szereplő támogatásösszegek két program-periódusra oszthatók. A megújuló energia kibocsátásának kapcsán felmerülő projekt támogatások szétosztása legnagyobb részben az Európai Regionális Fejlesztési alap (ERDF), valamint a Kohéziós Alap (CF) segítségével történik.

8. ábra EU-s támogatás ERDF, CF

Megújuló technológia	Program-periódus		Támogatás összege (millió EUR)	Részesedés (%)
	2007-2013 (millió EUR)	2014-2020 (millió EUR)		
Szélenergia	541	431	972	11%
Napenergia	1064	1804	2868	33%
Biomassza	1267	1576	2843	33%
Egyéb megújuló	851	1195	2046	23%
Összes	3723	5006	8729	100%

*Forrás: European Court of Auditors 2019 alapján*

A programok keretében mintegy 8,8 milliárd euró került felosztásra a tagállamok között, mely jelentős részét fotovoltaikus beruházásokra, illetve mezőgazdaságból származó anyagok energiafelhasználására költötték. Nem minden tagállam vett azonban részt a pályázatokon. A 2007-2013-ban kimaradt tagállamok: Horvátország, Dánia, Észtország, Írország, Litvánia, Szlovákia.

A 2014-2020-es projektben nem vesznek részt: Ausztria, Bulgária, Csehország, Dánia, Észtország, Görögország, Írország, Ciprus, Lettország, Luxemburg, Románia és Finnország.

A következő, 2021-től 2027-ig tartó hasonló program tervei szerint az ERDF hozzájárulása 60,2 milliárd euró a Kohéziós Alapé pedig 11,6 milliárd euróra tehető. A RED II (kifejtése lsd. RED II – új célkitűzések című fejezetben) becslései szerint a fenti támogatásokat nemzeti és magánszektor által finanszírozott hozzájárulásokkal kell majd kiegészíteni.

A Kohéziós Alap által finanszírozott sikeres projektek megtérülési rátája magas volt a programidőszakokban. Az Unió hozzájárulásai kiegészültek a kezdetben igen népszerű FIT<sup>7</sup> típusú országos támogatóeszközökkel, ezáltal a megújuló energiakibocsátás növelése érdekében megvalósult beruházások 3-11 százalékponttal magasabb megtérülést hoztak a 2010-es évek első felében kibocsátott állami kötvények hozamánál.

<sup>7</sup> Feed in tariff: Garantált fix összegű támogatás

---

### 3.2.2 Nemzeti támogatások

A kitűzött célok elérésének érdekében a tagállamok kidolgozták a saját ösztönzőpolitikájukat, elsősorban a magánbefektetők motivációja céljából. A megújuló energiatermelést érintő támogatások a villamos-energia részesedésének növelése céljából jöttek létre, hiszen a megújuló energia termelésében az elektromos energia képviseli a legnagyobb részt. Az országos hozzájárulások általában három típus kombinációjából tevődnek össze:

- Feed in Tariff (FIT): Garantált fix összeg mely egyben minimum megtérülést is jelent a villamos-energia termelőknek az eladást követően.
- Feed in Premium (FIP): Garantált prémium, melyet az energiakibocsátók adott kereskedelmi ár elérésén felül szerezhettek meg.

Mind a FIT mind a FIP hosszú éveken át biztosítja (szerződés alapján) a befektetőknek, termelőknek a pénzügyi támogatást. A legtöbb esetben az új kapacitások allokálása érdekében a tagállamok tenderek keretében választják ki a pályázók közül a legmegfelelőbbet. Népszerű azonban az úgy nevezett aukciós versenyeztetés is, mely során a résztvevők egymásra licitálva tesznek árajánlatot a projektek kivitelezésére.

- Forgalmazható zöldbizonyítvány:

A zöldbizonyítvány garantált minden olyan termelőnek, aki a villamos-energiát megújuló források átalakítása révén termeli. A tagállamok bizonyos termelőket/áramszolgáltatókat arra kötelezhetnek, hogy az általuk termelt/vásárolt villanyáram meghatározott része megújuló energiaforrások felhasználásából származzon. Amennyiben továbbra is csak fosszilis hordozókból szeretnék előállítani/továbbítani az áramot, a kötelezettségüket kiválthatják zöldbizonyítvány vásárlásával. A megújuló energiaforrást felhasználók köre jogosult a termelésének megfelelő mennyiségű okirat kiállítására, melyet eladhat a fent említett kötelezett villamos-energia piaci szereplőknek. A megújuló energiatermelők/szolgáltatók szempontjából a bizonyítvány eladásából származó összeg az áram eladásán felül képződő árbevétel. A bizonyítvánnyal történő kereskedelem révén szerzett közvetett "támogatás" hátránya azonban, az hogy erősen keresletfüggő. Az egyes tagállamok azonban képesek befolyásolni a szükségletet, hiszen ők határozzák meg a kötelezettek körét is.

---

A három fő támogatás-kategórián túl adókedvezmények, alacsony hitelkamatlábak által is ösztönözhetők a befektetők.

Bár a támogatások típusának, alkalmazásának megállapítása adott országhoz kötött, az ösztönzők hatályba lépése előtt a Versenypolitikai Főigazgatóság vizsgálja meg, hogy az állami programok kompatibilisek-e a piaci szabályrendszerükkel. 2016 óta az Európai Bizottság irányelvei szerint az államok csupán FIP típusú támogatást alkalmazhatnak, közvetlen juttatásként, azt is csupán aukció keretén belül. (Okok kifejtése a Felmerülő problémák a kitűzött célok megvalósításában... című fejezetben)

A fentiekén túl az irányelv ösztönzi a tagállamok szoros együttműködését az úgynevezett statisztikai transzfer<sup>8</sup> segítségével, mely lehetőséget biztosít a megújuló energia határokon túli továbbításában. (Pl. Németország elektromos energiát továbbít számos környező országba, ezzel pedig növeli más nemzetek megújuló energia részesedését a bruttó energiafelhasználásban).

### 3.2.3 Ösztönzők eredményessége az Unióban és Németországban

A hatályban levő irányelv (RED I) buzdítja a tagállamokat a magánbefektetők, magántulajdonban lévő vállalatok pénzügyi támogatására a korábbi fejezetben bemutatott FIT, FIP stb. technikák segítségével. A nemzetek saját törvények által igyekeznek internalizálni az úgynevezett „Zöld gazdaság alapelveit”, és ezt beépíteni nem csupán az energiaipar, de a magánszektor tevékenységei közé is.

A tagállamok ösztönzőrendszerei hatékonyan működtek a programciklusok során, igen vonzó üzleti lehetőséget biztosítottak a befektetők számára. Ez két okra vezethető vissza:

1. Az egy kWh -ra jutó támogatás összegét (FIT/FIP) szerződéses keretek között rögzítették, melynek időtávja átlagosan 20 év volt az Unióban, ezáltal a beruházóknak hosszú kockázatmentes minimum megtérülést biztosítottak.
2. Bár a napelemek/szélturbinák építése jelentős tőkebefektetést igényel(t), az alacsony működtetési költségek révén (mely a foglalkoztatási költségeket is magában foglalja), magas megtérülést ígér a beruházóknak.

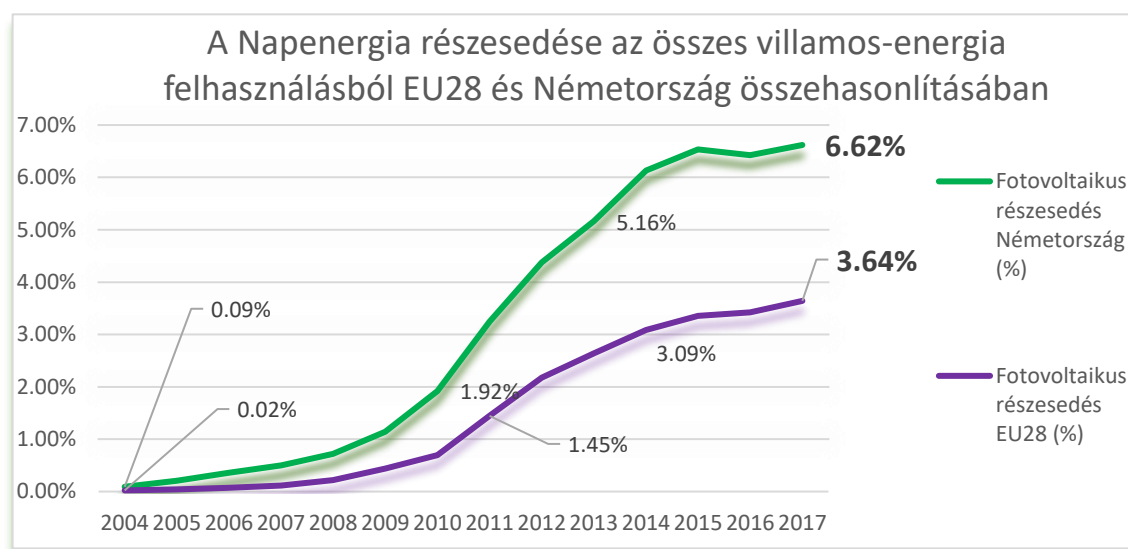
---

<sup>8</sup> A statisztikai transzfer egy olyan elszámolási eljárás, amely nem jár valós energiaáramlással. Tulajdonképpen egy megújuló energiamennyiség, melyet az egyik ország termelésnövekedéséből levonnak és hozzáadnak egy célországéhoz.

A kedvező lehetőségek miatt 2008/2009-től megújuló energiatermelés kapcsán felmerült beruházások száma jelentős mértékben növekedett, mely hozzájárult a villamos-energiatermelés emelkedéséhez is. A növekedés főként a nap-, illetve szélenergia kihasználás fokozatos növekedésének köszönhető.

### 3.3 Nap-, szél-, vízenergia energia részesedésének változása

9. ábra Napenergia felhasználásának progressziója a villamos-energiaiparban



[www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

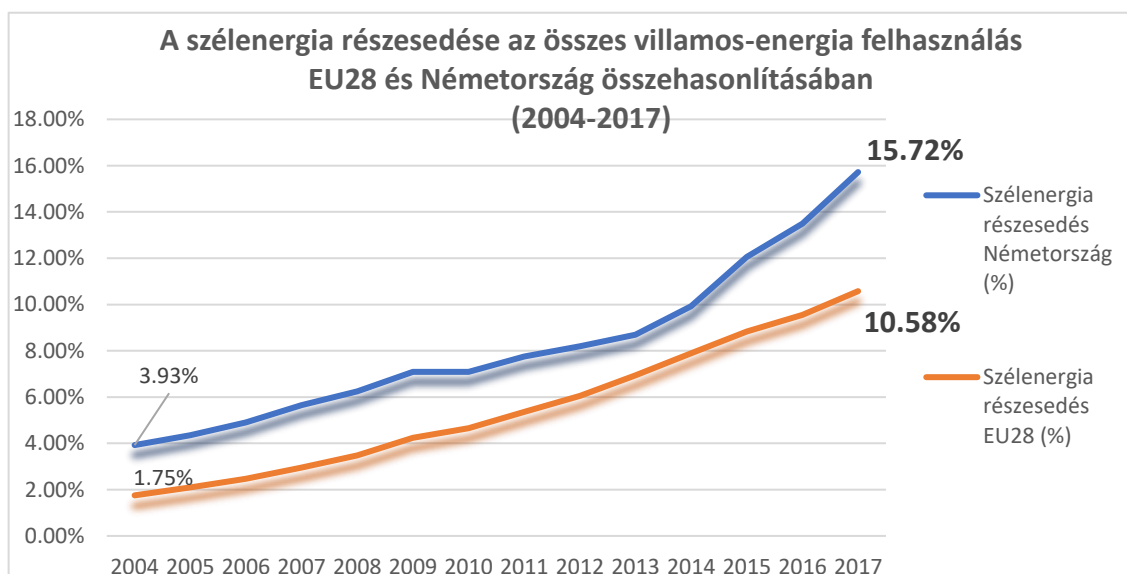
A fenti ábrán kivehető, hogy a nemzeti ösztönzők bevezetésének időszakában 2014-ig bezárólag, az Unióban és azon belül Németországban is jelentős volt a részesedésbeli változás a 2000-es évek elejéhez képest.

Németországban exponenciális a növekedés a fotovoltaikus energia kibocsátásban, mely a kisebb kapacitású beruházások népszerűségének is köszönhető. Fontos megemlíteni, hogy Németországban már 2009 előtt is alkalmaztak FIT/FIP támogatási formákat, ebből adódik a tagállam, illetve az Unió átlag növekedésének eltérő üteme, kiindulópontja. 2010-2014 között 3,24 százalékponttal növekedett a napenergia részesedése az áramfogyasztásban. Bár Németországban kiemelt szerepet kapnak a napelem alapú befektetések, az Unió átlagát tekintve is jelentős volt a változás a 2010-es évek elején, amikor mintegy megduplázódott a napenergiából származtatott villamos-energia részesedése az időszakban. A 2010-es évek második feléhez köthető visszaesés témaköre szintén a Felmerülő problémák a kitűzött célok megvalósításában című fejezetben kerül kifejtésre.



2009-től minden kisebb kapacitású erőmű létrehozása (amely csúcsteljesítménye maximum 30 kilowatt) 430 euró/MWh (megawattóra) támogatást vont maga után, míg a nagyobb lélegzetvételű beruházások 319 euró/MWh pénzügyi hozzájárulást kaptak. A kisebb befektetések rendszerint a magánszektorban jöttek létre energiaközösségek megalakulása révén. Ekkor terjedt el a Prosumer<sup>9</sup> fogalom a szektorban, ugyanis az alacsonyabb kapacitású napelemek által termelt energia tekintetében a legtöbb esetben a termelők egyúttal a végfelhasználók is. 2017-ben a napenergia termelőkapacitás 49%-a, a szélenergia termelőkapacitás 41%-a magántulajdonban volt a tagállamban. A beruházások számának jelentős gyarapodása további technológiai fejlesztéseket tett lehetővé a fotovoltaikus energiatermelésben, mely csökkentette az működési költségeket. Míg Németországban az egy megawattóra jutó FIT típusú támogatás 430 euró, addig a beruházási, illetve működési kiadás (ugyancsak 1 megawattóra eső) átlagosan 270 euró volt az időszakban (LCOE kalkulációja alapján), ez jelentős profitot jelentett a befektetőknek.

10. ábra Szélenergia részesedésének progressziója EU és Németország összehasonlításában



Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A szélenergiafogyasztás százalékos részesedését tekintve az uniós átlag lineáris növekedést mutat, görbéje hasonló tendenciát ír le, mint Németországé.

<sup>9</sup> Prosumer: A Prosumer az angol Producer (termelő) és a consumer (fogyasztó) fogalmából tevődik össze. Ebben a kontextusban az energia előállítói, jellemzően háztartások, energiaközösségek egyben a végső fogyasztók is.

A fotovoltaikus beruházásokhoz hasonlóan, a szélenergia átalakításával kapcsolatos beruházások is jelentős támogatást kaptak a 2010-es években, mely 80 és 100 euró/megawattóra közé esett az esetek többségében. A napenergia részesedéséhez hasonlóan Németország magasabb százalékos értéket képvisel, a tagállamok átlagánál (kb. 5 százalékpont az eltérés). A szélenergia kapcsán felmerülő befektetések gazdaságosabbnak bizonyultak a napenergiáénál, ebből következik a szélenergia magasabb aránya az áramtermelésben. Az 50 000 MW-os kapacitású szélerőmű-parkokkal kapcsolatban felmerülő költségek 100 euró/MWh-ra, míg a 42 000 MW kapacitású napelemek költségvonzata 300 euró/MWh-ra tehető (2017-es adatok alapján). Összességében azonban, ahogy az a korábbi fejezetben kifejtésre került, a megújuló energia részesedése mind a villamos-energia, mind az összes bruttó energiafelhasználás tekintetében az EU28 tagállamában felülmúlja Németorszáét, mely elsősorban a vízenergia források kihasználatlanságára vezethető vissza Németországban.

A vizsgált tagállam fenntartható energiapolitikára való törekvése az 1980-as években kezdődött, elsősorban az atomenergia szerepének csökkentése érdekében. Az energiaszektor átalakulásának alapjait a „Zukünftige Kernenergie-Politik” (Atomenergia – politika a jövőben) című kiadvány fektette le. Az 1987-ben megjelent „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre” (Gondoskodás a Föld atmoszférájának védelméről) című lexikon tovább mélyítette a fenntartható energiapolitikai tudásbázist, és elősegítette annak nemzeti politikába való internalizációját (1987). Jó pár évvel a RED I uniós irányelve előtt jelent meg Németország saját megújuló energiakibocsátásra/felhasználásra vonatkozó akcióterve az EEG (Erneuerbare-Energien Gesetz). A nemzeti irányelv által meghatározott célok a megújuló energia villamos-energiaipari részesedésére vonatkoznak elsősorban (RES-E).

*11. ábra Németország RES-E céljai*

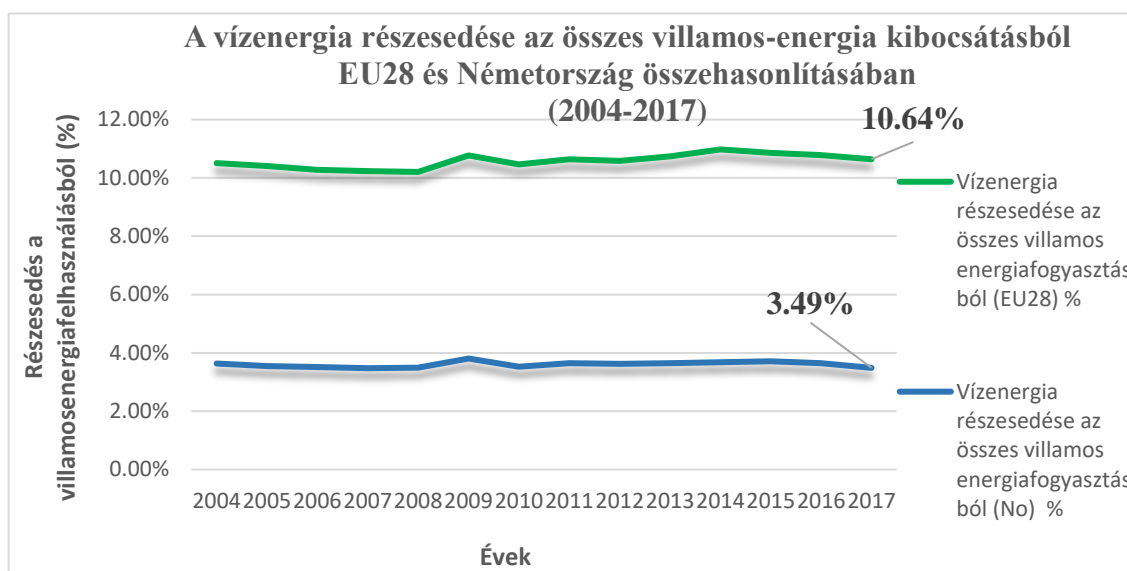
Évek	RES-E Németország (%)
2025	40-45
2035	55-60
2050	80

*Forrás: IAAS 2016 alapján*

Összességében 2000 és 2014 között 6,2 % -ról 27,4 % -ra nőtt az a megújuló energia bruttó energiafelhasználásból kivett részesedése, mely elsősorban a szél-, illetve napenergia termelés növekedéséhez köthető.

A RES növekvő tendenciájának telítődése a tagállamban két szempontra vezethető vissza.: A megújuló energiafogyasztás alig érvényesül a hűtés-fűtés, transzport szektorokban, emellett pedig uniós összehasonlításban rendkívül alacsony a vízenergia részesedése az ágazatban, melyet egyelőre az ország nem képes napenergia, illetve szélenergia átalakításával kompenzálni, ezért az EU-s átlaghoz képest magasabb a fosszilis forrásfelhasználás aránya.

12. ábra Vízenergia részesedésének alakulása a villamosenergiafelhasználásban

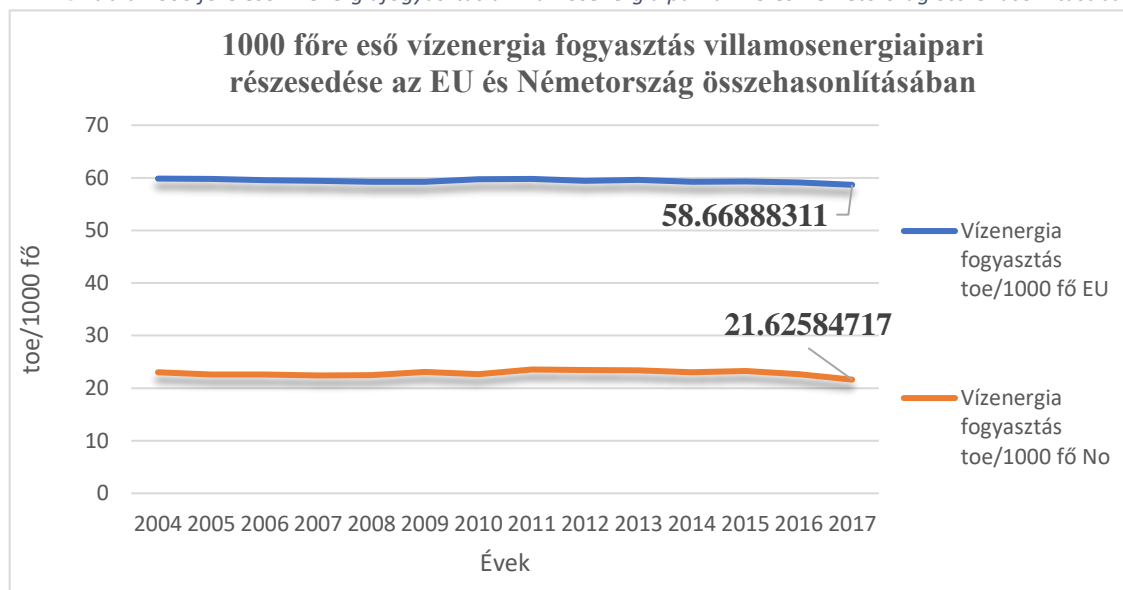


Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A vízenergia részesedését kifejező egyenes majdnem konstans mind Németország, mind az Európai Unió esetében, azonban a jelentős, kb. 7 százalékpontos eltérés (2017-es adatok alapján) figyelhető meg az EU és a vizsgált tagállam között. A 2004-2017-ig tartó tendencia a fenti ábrán látható.

Az EU-s és a németországbeli vízenergiafelhasználás közötti különbség további szemléltetéseképp a következő diagramm az ezer főre eső vízenergiafogyasztást ábrázolja a villamosenergiafelhasználás szempontjából (mértékegysége 1 tonna olaj elégetésével keletkező energia ekvivalense) 2004 és 2017 között.

13. ábra 1000 főre eső vízenenergiafogyasztás a villamosenergiaiparnak EU és Németország összehasonlításában



Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A vízenenergiafogyasztás százalékos és olajekvivalensként képviselt értékének tendenciája hasonlóan konstans természetű. Jól szemlélteti a vízenenergia áramtermelő képességének kihasználásbeli különbségét, hogy 2017-es adatok szerint az ezer főre eső vízenenergiafelhasználás majdnem háromszoros értéket képvisel az Unióban Németországhoz képest. Ez elsősorban a hidroeletromos energia tárolók alacsony kapacitására vezethető vissza. A globális felmelegedés miatt az országban, illetve Unió szinten is várhatóan csökken majd a vízenenergiafelhasználás, azonban Németországban korábban is alacsony volt a forráspotenciál kihasználása az előbb említett tárolási problémák miatt. A Németországban domináló szél- és napenergia fogyasztás mértékét az időjárás jelentős mértékben befolyásolja, míg a vízenenergiaforrások stabilan elérhetők Európa szinten, ez hozzájárul a megújuló energiafogyasztás részesedésének jelentős eltéréshez az Unió átlagot, illetve a vizsgált tagállam 2017-es fogyasztását tekintve.

### 3.4 Felmerülő problémák a kitűzött célok megvalósításban

A korábbiakban leírtak alapján megállapítható, a RED I tagállamokra vetített célkitűzésével az elmúlt évek során ösztönözte a megújuló energiakibocsátással kapcsolatos technológiai fejlődést, növelte a foglalkoztatást Unió szinten, valamint átalakította az egyes nemzetek energiapolitikáját, befolyásolta az energia kereskedelmi

---

árát, emellett pedig számos sikeres beruházás révén növelte a megújuló energia-termelés kapacitást.

A kivitelezés során felmerülő problémák egyike a nemzeti támogatások kapcsán merült fel a 2010-es évek második felében. Ezen túl a fellépő infrastrukturális problémák, az idejében történő beavatkozás hiánya, statisztikai transzfer gyengesége is hátráltatják az országos megújuló energia részesedésére vonatkozó uniós célkitűzések elérését.

#### 3.4.1 Túlkompenzáció, fogyasztók terhelése

A megújuló energiaprojektek kapcsán felmerült jelentős mértékű hozzájárulásokat közvetlenül a fogyasztók, vagy az állami költségvetés finanszírozta. Németországban a villamos-energia fogyasztási ára (adókkal és egyéb járulékkal együtt) 44%-kal magasabb volt 2018-ban az Unió átlagnál, mely a beruházások során felmerülő állami támogatások kompenzációjához köthető. Súlyosbítja a fogyasztók helyzetét, hogy bizonyos iparágak vállalatai áramfogyasztásuk során mentesülnek a pótdíjak megfizetése alól, ami tovább terheli a többi felhasználót, mintegy 4,8 milliárd euróval. Azon cégek száma, akik nem rendelkeznek az imént említett pótdíjfizetési kötelezettséggel, 4000-re tehető, mely a fogyasztói kör egy ötödét képezi.

Az Unió más tagállamaiban, ahol még nem érték el a RED I, valamint a NREAP által meghatározott részesedést, a fogyasztók túlfizetése mellett, az állam fedezi a támogatásokat, mely pénzügyi deficitet okozott az elmúlt években néhány nemzet esetén (pl. görög válsághelyzet).

Az Európai Regionális Fejlesztési alap, valamint a Kohéziós Alap segítségével számos PV (fotovoltaikus), szél-erőmű beruházás valósult meg, melyek közül azonban nem mind érte el a tervezett kapacitást. Ezen kívül a kitűzött beruházási határidő is kitolódott számos esetben (Görögország, Lengyelország), ez hátráltatta a fogyasztási célok elérését.

A Nap-, szél-, vízenergia energia részesedésének változása című fejezetben bemutatott napenergia villamos-energiafogyasztásban játszott szerepének exponenciális fejlődését ábrázoló diagrammon jól látszik, hogy a gyorsütemű növekedés a 2010-es évek második felére lelassult Unió szinten, Németország esetén pedig jelentős visszaesésről számoltak be a jelentések 2016-ban.

---

Ebből kifolyólag a széndioxid kibocsátás éves átlagos csökkenése is lelassult az évben (ld. Megújuló energiatermelés jelentősége a GHG gázok, fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkentésében című fejezetben). A növekedési görbék telítődése elsősorban a támogatási rendszer átalakulására vezethető vissza.

Németország reagált elsőként a fenntarthatatlan túlkompenzációs helyzet kapcsán, hiszen ebben a tagállamban bizonyult a legmagasabbnak a villamos-energia ára, azaz a fogyasztók pénzügyi terhelése. 2009-ben majd 2012-ben csökkentették az egy megawattóra eső támogatás összegét, mely lassította – de nem vetette vissza - a fotovoltaikus energia részesedésének növekedését 2016-ig bezárólag. Ennek az volt az oka, hogy az ösztönző rendszer átalakulása nem terjedt ki a korábban megkötött szerződésekre. A 2016-os átmeneti részesedéscsökkenés a napelem beruházások csúskapacitásától függő támogatás kereteinek átalakulására vezethető vissza. Az EU néhány tagállamában súlyosabb visszaesést eredményeztek az állami beavatkozások. Spanyolországban például a megújuló energia projektek teljes leállása következett be néhány évre a szabályozások miatt. Extra díjat számítottak fel a termelőknek, az áramhálózat vezetékeibe való betápláláskor, emellett pedig korlátozták a megújuló energiatermelésnek napi időtartamát.

Egyes esetekben a szélenergia részesedése is visszaesett, (pl. Lengyelország), a napenergia termelés szabályozásához hasonlóan, csökkentették az egy megawattóra eső támogatást, növekedtek az adóterhek, illetve a hozzájárulás alapját képező kapacitástartományt is átalakult. A szélérőmű-beruházásokat a fentiekén túl visszatartotta az is, hogy a legközelebbi szélturbina létesítése a lakott területektől minimum 2 km-es távolságon túl lehetséges a mai napig.

Bár Németországban a változtatások alkalmazása csak az új rendszer hatályba lépése után megkötött szerződésekre vonatkozott, néhány tagállamban visszamenőleg, korábban aláírt hivatalos okiratokra is érvényes volt a módosítás. Ennek eredményeképp egyes esetekben jelentősen lecsökkent a beruházások száma, némely korábban megkezdett beruházás pedig leállt.

#### 3.4.2 Korlátozások, adminisztrációs problémák

A 2016-ban bevezetett nemzeti szabályrendszerek jelentős mértékben visszafogták a beruházásokat.

---

A szélerőműparkok építésére vonatkozó minimum távolság meghatározása mellett Németországban korlátozták a szélturbina építésre felhasználható területet, mely 2-3%-ról 0,3%-ra csökkent. Összességében tehát az energiakínálat helyileg nem ott merült fel, ahol a kereslet jelentkezett (lakott területek).

Tovább fokozta a problémát, hogy a szélerőműparkok építése csupán számos adminisztrációs folyamat lezárulta után kezdődhetett el. Többlépcsős engedélyek, jogosítványok, tanúsítványok nélkül, melyek megszerzése évekig is eltarthatott, nem kezdődhetett el az építkezés, ez pedig elvette a befektetők kedvét.

A probléma orvoslása érdekében Németországban létrehozták az úgynevezett 'one-stop shop' rendszert, melynek lényege, hogy a különböző hatóságok által kiadott engedélyeket immár egy központosított iroda szolgáltatja. Az újítás révén a szélerőmű parkok létesítéséhez szükséges papírokat egyetlen iroda (shop) gyűjtötte össze, ezáltal a beruházók, akár hat hónap alatt hozzájutottak az összes szükséges engedélyhez.

Az újítás azóta számos tagállamban elterjedt az Unión belül, hiszen jó pár országban kérdéses a 2020-as egyéni megújuló energiakibocsátásra vonatkozó cél beteljesülése.

### 3.4.3 Európai Bizottság késleltetett beavatkozási lehetőségei

A nemzeti célgörbe alakulásának nyomon követése részét képezi az Európai Bizottság feladatainak. A megfigyelés nem közvetlen, hiszen az egyes tagállamoknak kell az aktuális információt biztosítaniuk a Bizottság számára, annak érdekében, hogy uniós együttműködés révén (amennyiben szükséges) elkészüljön a megfelelő akcióterv a felmerülő problémák áthidalására. A szabályozások szerint az országoknak legkésőbb az év végét követő tizenegyedik hónapban kell adatot szolgáltatniuk az energia statisztikájukról az Eurostat számára. További két hónapot követően az adatok validációja után, a statisztikai hivatal jelentést készít a megújuló energiatermelés alakulásáról. Abban az esetben, ha a jelentés alapján az adott tagállam nem éri el a RED I-ben/NREAP-ban foglaltak szerinti részesedést az időszakban, úgy az országnak korrigálnia kell a célkitűzését, valamint ki kell dolgoznia akciótervét a fejlődés beindítása érdekében.

A jelentéseket az Energiaügyi Főigazgatóság publikálja minden második évben. (Eddig kiadott jelentések: 2013, 2015, 2017, 2019). A 2019-ben kiadott jelentés a 2015 -2017-es időszakról számol be.

---

A hosszadalmas folyamat eredményeképp csupán 2022 körül válik nyilvánvalóvá, hogy az Unió elérte-e a 2020-ra kitűzött átlagos célkitűzését vagy sem. A jelentések tehát rendszerint elavult adatokról számolnak be, mely megakadályozza a Bizottság időben történő beavatkozását. A Főigazgatóság csupán a jelentések megjelenését követően kérheti az adott tagállamot a korrekciós terv elkészítésére, azt megelőzően nem.

Összességében a Bizottság szerepe az irányelv megalkotásában, fenntartásában és változtatásában jelentős, azonban korlátozott beavatkozási lehetőségei miatt nem tudja aktívan elősegíteni a területen az országokénti előrehaladást.

#### 3.4.4 Infrastrukturális-hálózati problémák

A villamos-energia fogyasztókhoz való eljuttatása, akár megújuló, akár fosszilis energiahordozók révén történik az előállítás, áramhordozó vezetékeken keresztül megy végbe. Az egyik legjelentősebb akadály a nap-, illetve szélenergia villanyáram termelésben betöltött szerepének növelésével kapcsolatban az, hogy az energiatermelés, valamint a vezetékhálózat elhelyezkedése között aligha vannak stabil kapcsolódási pontok. További problémát jelent az is, hogy a szél/-napenergia időszakos energiának tekinthető, ezáltal egy szélcsendes/felhősebb időszakban korlátozott az így termelt villamos-energia mennyisége. Ebből következik az is, hogy Németországban és az Európai Unióban egyaránt nélkülözhetetlen a megújuló energiátárolás technológiai keretének fejlesztése.

A hálózat kiterjesztésével kapcsolatos tervezett beruházások mintegy 10%-a valósult meg Németországban (750 km a 7900 km-ből) 2017 végére. Ebből következik, hogy a fennálló elosztásbeli problémák Németország határain belül és azon túl is nehezítik a megtermelt energia hasznosítását. Az infrastrukturális korlátok miatt az Észak-Németországban keletkező szélenergia többletet, a jelenlegi vezetékhálózat nem tudja továbbítani az ország déli részére, valamint Ausztriába. Ehelyett rendszerint Lengyelországon és Csehországon keresztül történik az elektromos energia szállítása, melynek következményeképp tekintélyes áramtöbblet érkezik Lengyelországba, ezzel egyidőben a déli területeken továbbra is fennáll a kielégítetlen kereslet. A disztribúciós korlátok miatt aligha valósul meg a RED I-ben kiemelt statisztikai transzfer az egyes államok között, hiszen a vezetékhálózat megfelelő kiépítése országhatárokon belül is várat magára.



---

A 2002-es barcelonai Tanácson elfogadott irányelv alapján a 2020-ra a megtermelt megújuló energia (villamos-energia formájában) 10%-át országhatárokon túl kötelesek szállítani az adott országban termelést folytatók annak érdekében, hogy a gazdaságosabbá váljon az elosztási rendszer, megvalósuljon a statisztikai transzfer. Egyelőre az elképzelés gyerekcipőben jár, a tagállamok fele a korábban kifejtett hálózati problémák miatt nem áll készen a 10%-os cél elérésére. A felmerülő akadályok ellenére az Európai Tanács 2014-ben a 10%-os megosztást 15%-ra emelte 2030-ra. A bizottság szakértői szerint Németország egyike azon tagállamoknak, ahol a transzfer ilyen mértékű részesedése nem fog teljesülni.

### 3.5 RED II: új célkitűzések

A 2015-ben implementált úgynevezett "Clean Energy Package" (Tiszta Energiacsomag) részét képezte a 2021 júliusában hatályba lépő RED II, mely a programperiódusok alatt felmerült problémákból okulva, a RED I-ben meghatározott elemek fejlesztését célozta meg.

Az irányelv kijelenti,

- a nemzeti támogatási eszközök kombinációja nem sértheti a megújuló energiakibocsátók jogait (szigorú szabályozások, adminisztrációs túlterhelés, termelés időintervallumának korlátozása stb.), valamint az ösztönzési rendszerben felmerülő változtatások nem alkalmazhatók visszamenő jelleggel. (Isd. Túlkompenzáció, fogyasztók terhelése című fejezetben).
- A tagállamoknak továbbra is ösztönözniük kell az úgynevezett "saját fogyasztást", azaz támogatniuk kell az Energiaközösségeket, Prosumereket.

A RED II kötelezővé teszi továbbá minden tagállamban a 'One-Stop Shopok' bevezetését az adminisztrációs folyamat egyszerűsítése érdekében, emellett pedig korlátozza az engedélyezési procedura időtartamát, hiszen a túlkomplikált folyamat csökkentette a beruházási kedvet, lassítva ezzel a kívánt részesedések elérését. A fentiekén túl az irányelv a tagállamokat a termelők túlkompenzációja helyett, a vezetékhálózat fejlesztésére fordított támogatások nyújtására ösztönzi. Amennyiben ez az újfajta támogatási rendszer megvalósul, a 2030-ra meghatározott 15%-os határon túli átlagos kapacitás megosztás elérhetőbbé válhat.

---

Az irányelv, a tagállamok közötti fenntartható környezetpolitikán túl kihangsúlyozza továbbá az Unión kívüli országokkal való együttműködés jelentőségét is. (Ez persze a legtöbb ország földrajzi elhelyezkedése miatt korlátozott).

Az eddig tapasztaltak alapján, a Tiszta Energia Csomag által megfogalmazott 32%-os cél teljesülése a megújuló energia fogyasztása kapcsán, a korábbiakban kifejtett tényezők révén kétségesnek bizonyul. Mivel az energiatermelés/felhasználás legfőképp elektromos energián alapszik, az IRENA kalkulációi alapján a 32%-os cél teljesülése a megújuló energia 55%-os villamos-energia részesedése révén valósulhatna meg. Ehhez azonban sürgős infrastrukturális befektetésekre, fejlesztésekre van szükség, mely a 2016-os szabályozásokat követően, illetve az állami költségvetés/fogyasztók újabb túlterhelésének veszélye mellett nehezen kivitelezhető. Mindazonáltal a fotovoltaikus beruházások enyhe visszaesését követően a napenergia részesedése feltehetően újabb fejlődési szakaszba lép Németországban, mely ösztönzi a technológiai változtatásokat is az áramhálózat kialakításakor. Az ország centrális elhelyezkedése következtében, amennyiben a hálózati akadályok részben megszűnnek, úgy a statisztikai transzfer is hatékonyabbá válik számos környező ország részvételével.

## 4. Megújuló energia részesedés eloszlásának, befolyásoló tényezőinek vizsgálata, kapcsolata a GHG kibocsátással

### 4.1 Befolyásoló tényezők

A villamos-energiafogyasztás forrásszerkezete nagy mértékben befolyásolja az megújuló energiafelhasználás bruttó energiafogyasztásból kivett részesedését, ezért a korábban kifejtett EU-s célok eléréshez nélkülözhetetlen az alternatív források növelése az elektromosiparban (RES-E)<sup>10</sup>. Ebben az alfejezetben a RES, illetve a RES-E korrelációs vizsgálatán túl, a megújuló energia részesedésének az energiainporttal, valamint a földgáz árával való összefüggését elemzem az Unió 28 tagállamának információi alapján, a rendelkezésemre álló legfrissebb (2017-re vonatkozó) adatok segítségével (Eurostat adatbázisából kinyert értékek feldolgozásával, SPSS program eszközeivel).

---

<sup>10</sup> RES-E: a megújuló energiafogyasztás részesedését fejezi ki az összes villamos-energiafelhasználásból

Kezdetben érdemes megvizsgálni, hogy a RES eloszlása az Unióban (2017-es adatok alapján normális eloszlást követ-e, illetve, vannak-e kiugró értékek (outlierek), melyek torzítják az eloszlást. A vizsgálat elsősorban Kolmogorov-Smirnov teszt segítségével történik. Az eloszlás tesztelések esetén a cél a nullhipotézis ( $H_0$ : normális eloszlást feltételez) elfogadása (5%-os szignifikancia szinten). Amennyiben a teszt nem szignifikáns ( $p > 0,05$ ), úgy a nullhipotézist elfogadom a változó eloszlása normális.

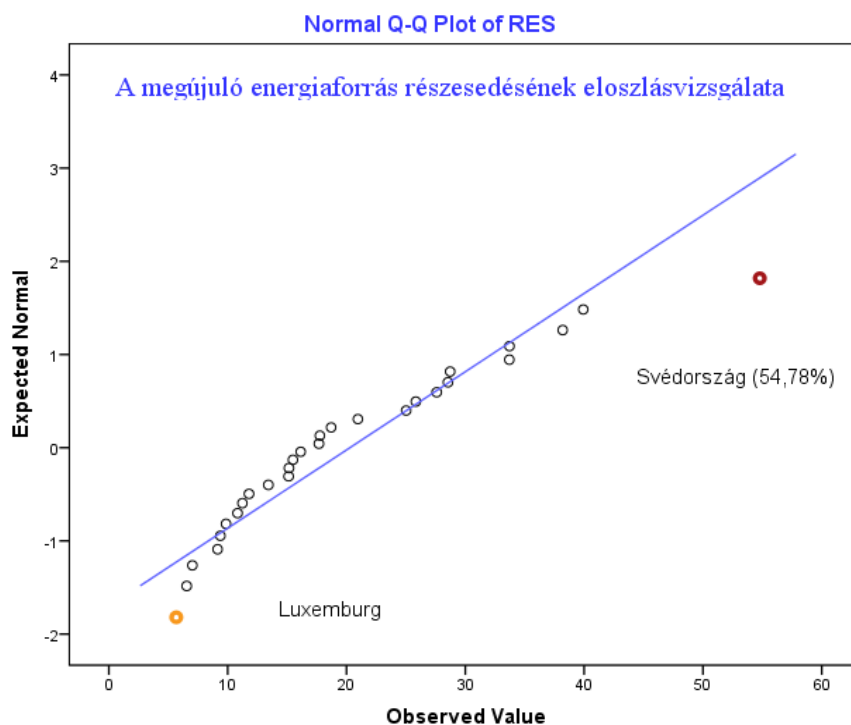
14.ábra RES Eloszlásvizsgálat tesztelés

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
RES	.160	28	.065	.910	28	.020

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

A megújuló energia összes energiafelhasználásból való részesedésének eloszlása normálisnak tekinthető a Kolmogorov-Smirnov teszt alapján (nullhipotézist elfogadom). Érdemes azonban azt is megvizsgálni, a grafikus normalitásvizsgálat szemléltetésére alkalmas Q-Q Plot segítségével, hogy a Shapiro-Wilk teszt miért bizonyult szignifikánsnak

15.ábra Normális eloszlás Q-Q Plot



Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

Az ábra alapján azonosítható, hogy Svédország 54,78%-os részesedésével nem követi a normális eloszlást leképező egyenest. A legalacsonyabb RES értékkel Luxemburg rendelkezik (5,67%). Részben a tagállam elhelyezkedése révén, Svédország kiemelkedő megújuló energiafogyasztása főként vízenergiafelhasználáshoz köthető. Ennek köszönhetően az ország vezető szerepet tölt be a dekarbonizációban. A világon, Mexikó után, itt a legalacsonyabb az egy főre eső széndioxid-kibocsátás. (A villamosenergia ipar termelése gyakorlatilag üvegházhatású gázkibocsátástól mentes). Tekintve, hogy Svédország már 2017-ben több, mint 30 százalékponttal meghaladta az Unió 2020-ra tervezett RES átlagát (20%), az eloszlást érdemes az 54,78%-os outlier nélkül is vizsgálni. Ezúttal egyik teszt sem szignifikáns.

16.ábra RES eloszlás Svédország nélkül

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
RES	.142	27	.170	.929	27	.064

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

#### 4.1.1 RES harmonizációja a megújuló energiafogyasztás villamos-energiapiari részesedésével

A korábbiakban leírtaknak megfelelően lineáris regresszióanalízis segítségével kívánom bizonyítani, hogy a megújuló energiaforrások villamosenergia-felhasználásában betöltött részesedése erősen befolyásolja az alternatív energiafelhasználás bruttó energiafogyasztásból kivett részesedését. Az elemzés attribútumait képezik az alábbiak:

- RES (%): Függő változó (megújuló energia részesedése az összes energiafelhasználásból).
- RES-E (%): Magyarázó változó (megújuló energia részesedése a villamos-energiafogyasztásból).

A korrelációs analízist megelőzően teszteltem a (RES-E) változó eloszlását:

17. ábra RES-E eloszlás tesztelése

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
RES-E	.140	28	.167	.927	28	.051

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

A RES-E részesedésének eloszlása kiugró értékek azonosítása nélkül is normálisnak tekinthető.

A legmagasabb érték ezúttal Ausztriához tartozik (71,98%), ahol a RES értéke 33,72%. Ez esetben feltételezhetően kevésbé érvényesül az áram, illetve összes energiafelhasználás közötti korrelációs kapcsolat. Ebből következik, hogy a hűtés-fűtés, közlekedési szektor nagy mértékben támaszkodik nem megújuló energiaforrásokra az országban.

18. ábra Kiugró érték RES-E

Kiugró értékek				
			Case Number	Value (%)
RES-E	Highest	Austria	1	71.98
(%)				

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

A megújuló energiafogyasztás áramfelhasználásban, illetve az összes energiafogyasztásban betöltött szerepének kapcsolatvizsgálatára szolgál a következő regressziós tábla:

19. ábra RES és RES-E korrelációs vizsgálat

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.796 <sup>a</sup>	.634	.620	7.343399899

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

Miként a RES százalékos értékének alakulását nem csak ez az egy tényező befolyásolja, a standard hibának viszonylag magas az értéke. Eszerint a regressziós egyenlet által becsült (RES) részesedésbeli értékek átlagosan 7,34 százalékponttal térnek el a valós adatoktól. Az abszolút hiba nagyságának figyelembevételével kell tehát értékelni a 63,4%-os determinációs együtthatót.

A két tényező között közepesnél erősebb/erősen szignifikáns a kapcsolat (0,796). A vizsgálat 5%-os szignifikancia szinten értelmezendő. A regressziós modell szignifikánsnak bizonyult 5%-os szignifikancia szinten.

20.ábra Variancia-analízis RES, RES-E

Variancia-analízis					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	2329.288	1	2329.288	44.266	.000 <sup>b</sup>
Residual	1315.495	25	52.620		
Total	3644.782	26			

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 adatai alapján SPSS elemzés

Ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk arról, hogy a RES-E részesedése milyen mértékben befolyásolja a RES tendenciáját, a regressziós egyenlet paramétereinek meghatározására is szükség van.

21. Regressziós paraméterek RES, RES-E

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta				
1 (Constant)	4.021	2.750		1.462	.156	-1.642692	9.685484
RES-E	.560	.084	.799	6.653	.000		0.732912

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) adatai 2018 alapján SPSS elemzés

A kapott regressziós egyenlet:  $\hat{y} = 4,021 + 0,56 \cdot x$

Ez esetben a RES-E 1 százalékpontos növekedése a megújuló energiafelhasználás összes energia-felhasználásbeli részesedésének 0,56 százalékpontos változását idézi elő. A b1 paraméter standard hibája 0,084%, ez alapján 95%-os konfidencia intervallum alsó értéke 0,386 felső értéke 0,733. Az IRENA kalkulációi szerint (lsd. RED II új célkitűzések című fejezet) a 2030-ra kitűzött 32%-os RES részesedés eléréséhez a RES-E százalékos értékének meg kell haladnia az 55%-ot. Amennyiben a b1 paraméter értékét (0,56) kiegészítem az 55%-os x értékkel, a becslt RES regressziós értéke 34,82 %. Ebből következik, hogy a becslés harmonizál az IRENA kalkulációjával.

#### 4.1.2 A földgázárak és a megújuló energia részesedésének kapcsolata

A RED I és NREAP által meghatározott célok mellett egyéb külső tényezők, mint például a földgáz ára is befolyásolja a megújuló energiafogyasztás mértékét/ népszerűségét a tagállamokban. Az elmúlt évek tapasztalatai szerint, azon országokban, ahol a földgáz ára relatíve magas, magasabb az alternatív energiaforrásfelhasználás aránya. Ennek fényében a következőkben az Unió 28 országának adatai alapján vizsgálom a RES mértéke, illetve a földgáz ára közötti kapcsolat erősségét, a kettő közötti összefüggést. Az analízis alapját képezik az alábbi változók:

- RES (%) - Megújuló energia részesedése a bruttó energiafelhasználásból (függő változó)
- Földgáz ára: Euro/Gigajoule (magyarázó változó)

A korrelációs elemzést megelőzően a földgáz fogyasztói árának eloszlását tesztelem:

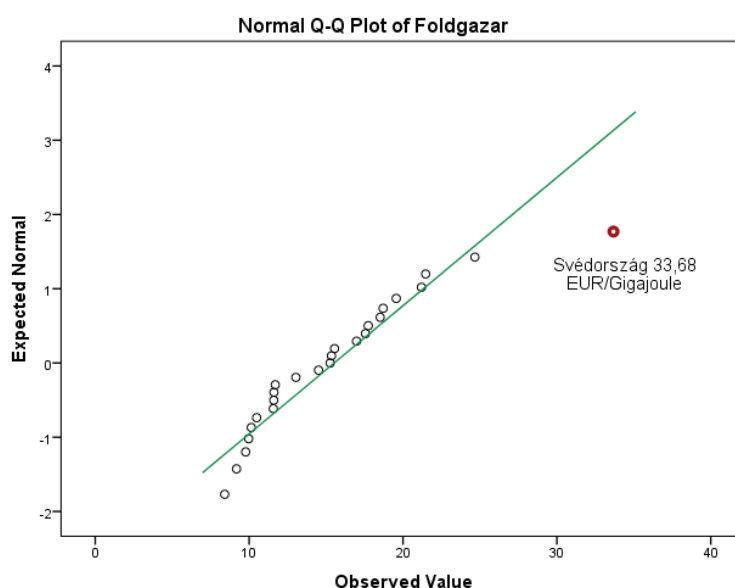
22. ábra Földgáz árak eloszlásának tesztelése

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Földgázár	.146	25	.180	.894	25	.014

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A RES eloszlásához hasonlóan ez esetben is a Kolmogorov-Smirnov teszt bizonyította a normális eloszlást ( $p > 0,05$ ), míg a Shapiro-Wilk teszt szignifikáns, utóbbi alapján elutasítom a nullhipotézist 95%-os konfidenciaintervallumon. A kiugró érték itt is Svédországhoz tartozik, melyet az alábbi ábra szemléltet:

23.ábra Földgáz árak normális eloszlás Q-Q Plot



*Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján*

A megújuló energiaforrás részesedése is ebben a tagállamban volt a legmagasabb, mely szintén alátámasztja a korábbi hipotézist, miszerint a földgáz árak és az alternatív energiaforrásfelhasználás között pozitív a kapcsolat.

Eloszlásvizsgálat eredménye Svédország adatainak eltávolítása után:

24.ábra Földgáz árak eloszlása Svédország adatainak eltávolítását követően

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Földgazar	.170	24	.070	.948	24	.241

*Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján*

A megújuló energiafogyasztás részesedésének és az egyes tagállamokban érvényesülő földgázár kapcsolatának elemzése, mivel a Kolmogorov-Smirnov teszt a korábbi esetben sem bizonyult szignifikánsnak, Svédország adatainak figyelembevételével történt.

Az alábbi korrelációs mátrix alapján a két változó között pozitív irányú közepes erősségű sztochasztikus kapcsolat áll fenn. A korábbi feltételezésnek megfelelően a földgáz magasabb ára csökkenti a fosszilis forrásfelhasználás mértékét, ezáltal növeli az alternatív energiatermelést, fogyasztást. A kapcsolat azonban nem függvénytartó ( $R=0,435$ ), az egyes tagállamokban ugyanis eltérő lehet az energiafogyasztásban bekövetkező reakció a földgáz árának változásakor.



25. ábra RES - Földgázárak korrelációs vizsgálata

Correlations			
		RES	Földgazar
Pearson Correlation	RES	1.000	.435
	Földgazar	.435	1.000
Sig. (1-tailed)	RES		.015
	Földgazar	.015	

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A lineáris regresszió modell szignifikánsnak bizonyult 5%-os szignifikancia szinten (a nullhipotézist elutasítom  $p < 0,05$ ).

26. ábra Variancia-analízis RES, Földgáz árak

Variancia-analízis					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	596.536	1	596.536	5.383	.030 <sup>b</sup>
Residual	2548.976	23	110.825		
Total	3145.512	24			

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A koefficiens tábla alapján az alábbi regressziós egyenlet képezhető 2017-es adatokból kiindulva:  $\hat{y} = 7,102 + 0,861 \cdot x$

27. ábra Regressziós paraméterek RES, Földgáz árak

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	7.102	6.136		1.158	.259	-5.591	19.796
Földgazar	.861	.371	.435	2.320	.030	.093	1.629

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A 2017-es adatok alapján, amennyiben az 1 Gigajoule-ra eső fölgáz ára 1 euróval nő, a megújuló energiafelhasználás részesedése átlagosan 0,861 százalékponttal növekszik 5%-os szignifikancia szinten. A fölgáz árának paramétere (b1) szignifikáns, emelkedése pozitív irányban befolyásolja a RES alakulását.

#### 4.1.3 RES hatása az energiainportra

Dolgozatom elején kiemeltam az Unió energiapolitikájának gazdasági jelentőségét. Minél nagyobb mértékben támaszkodnak a tagállamok az általuk előállított megújuló energiafelhasználásra, annál kisebb mértékben függenek az Unión kívüli országok gazdaságpolitikai helyzetétől.

Jelenleg az import részesedése az összes energiafelhasználásból meghaladja az 50%-ot tagállamok majdnem két harmadában. A megújuló energia részesedése, illetve az energiaimport közötti kapcsolatot vizsgálom a következőkben, az alábbi változók segítségével:

- Energiaimport az összes energiafelhasználás százalékában (függő változó).
- RES- megújuló energiafogyasztás részesedése az összes energiafelhasználásból (%) – magyarázó változó.

A kapcsolat tesztelésének előzményeképp az energiaimport változó eloszlását teszteltem.

28.ábra Energiaimport eloszlásának tesztelése

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Energaiimport (%)	.100	28	.200*	.983	28	.917

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

$P > 0,05$  mindkét teszt esetén, egyik eredmény sem szignifikáns, a nullhipotézist elfogadom a változó normális eloszlású 5%-os szignifikancia szinten.

A változók közötti kapcsolat erősségét kifejező korrelációs együttható értéke -0,493, tehát közepesen erős negatív irányú sztochasztikus kapcsolat van az energiaimport százalékos értéke, valamint a megújuló energiafelhasználás részesedése között, mely igazolja a korábbi feltevést.

29.ábra Korrelációs vizsgálat, RES, Import

Correlations			
		Import(%)	RES(%)
Pearson Correlation	Import	1.000	-.493
	RES	-.493	1.000
Sig. (1-tailed)	Import		.004
	RES	.004	
N	Import	28	28
	RES	28	28

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A változók közötti tendenciát az alábbi lineáris regressziós egyenlet mutatja be (a regressziós modell szignifikánsnak bizonyult 5%-os szignifikancia szinten):

$$\hat{y}=77.057-1.021x$$

30.ábra Variancia-analízis RES, Import

Variancia-analízis					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	3994.372	1	3994.372	8.362	.008 <sup>b</sup>
Residual	12419.060	26	477.656		
Total	16413.432	27			

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

31.ábra Regressziós paraméterek RES, Import

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	77.057	8.267		9.321	.000	60.064	94.050
RES	-1.021	.353	-.493	-2.892	.008	-1.747	-.295

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

Amennyiben a RES 1 százalékponttal nő úgy az energiaimport 1,021%-kal csökken átlagosan 5%-os szignifikancia szinten.  $\beta_1$  paraméter szignifikáns (a tényleges RES értékek átlagosan 0,353 százalékponttal térnek el a becsült adatoktól 5%-os szignifikancia szinten). A becslőfüggvény szerint az energiaimport megszüntetéséhez az EU-s tagállamoknak átlagosan kb. 76%-os RES részesedést kell elérniük. Ez feltehetően a következő évtizedekben nem valósul meg.

#### 4.2 Megújuló energiatermelés jelentősége a GHG gázok, fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkentésében

A klímaváltozás mérséklése érdekében, valamint egyéb gazdaságpolitikai szempontokat is figyelembe véve az Európai Unió Bizottsága az üvegházhatású gázok kibocsátásának (továbbiakban GHG – Greenhouse Gases) 40%-os csökkentését (1990-es adatokhoz képest) főként a megújuló energiaforrások részesedésének növelésével kívánja elérni 2030-ra, 2050-re pedig 95%-os csökkenést vár az Unió.

Elemzésem során az elmúlt évek GHG kibocsátásának alakulását vizsgálom az Unió és Németország összehasonlításában, ezt követően pedig az EEA (European Environment Agency) által konkretizált adatok alapján, kifejezetten a megújuló energiafelhasználás által előidézett csökkenő fosszilis tüzelőanyagfelhasználás, valamint visszatartott GHG kibocsátás tendenciája kerül bemutatásra 2008 és 2017 között.

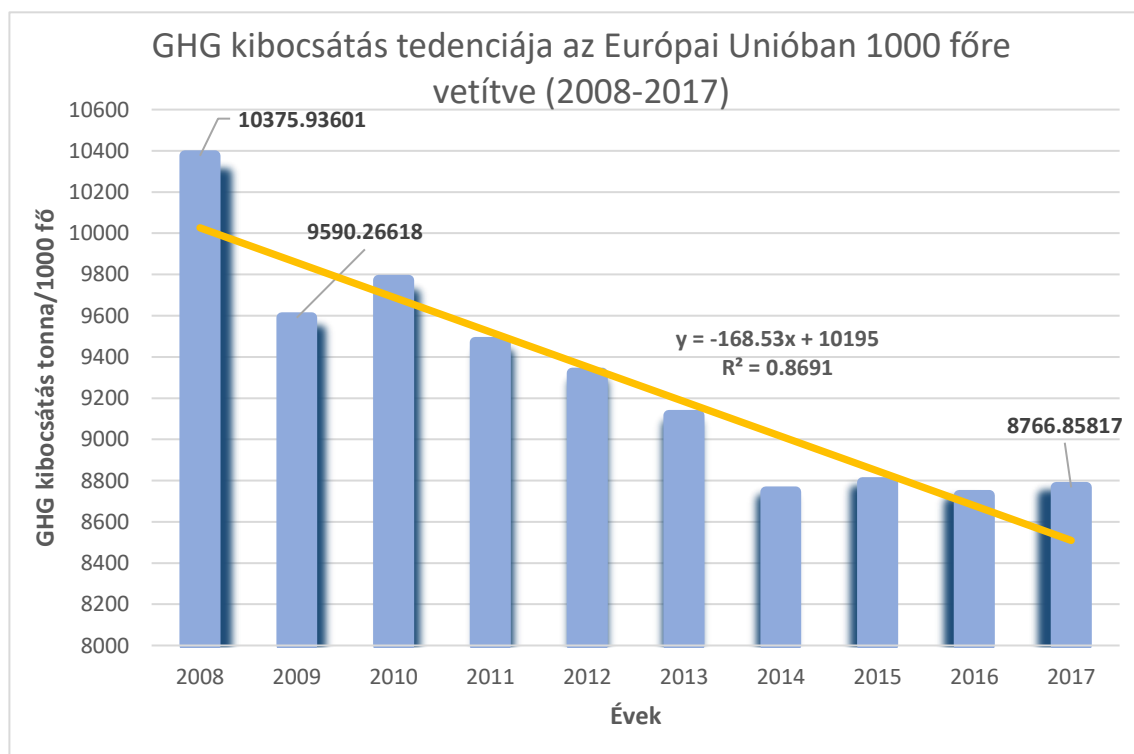
Az üvegházhatású gázok (hangsúlyosan a széndioxid kibocsátása) jelentős mértékben csökkent 2008, és 2017 között az Unióban, ezen belül Németországban is. Elemzésem során először az Eurostat által definiált ”összes” szektor GHG termelését vizsgálom a rendelkezésre álló (legfrissebb) adatok alapján.

Az analízis változóit képezik az alábbiak:

- Évek: 2008 – 2017
- Üvegházhatású gázkibocsátás (MtCO<sub>2</sub> - széndioxid tonnában mérhető ekvivalense)

A tendencia feltárásának első lépéseként érdemes megvizsgálni a gazdasági szektorok összességére vonatkozó, 1000 főre eső GHG kibocsátást, melynek 2008-2017 közötti tonnában mért értéke az Európai Unióban a következő ábrán látható:

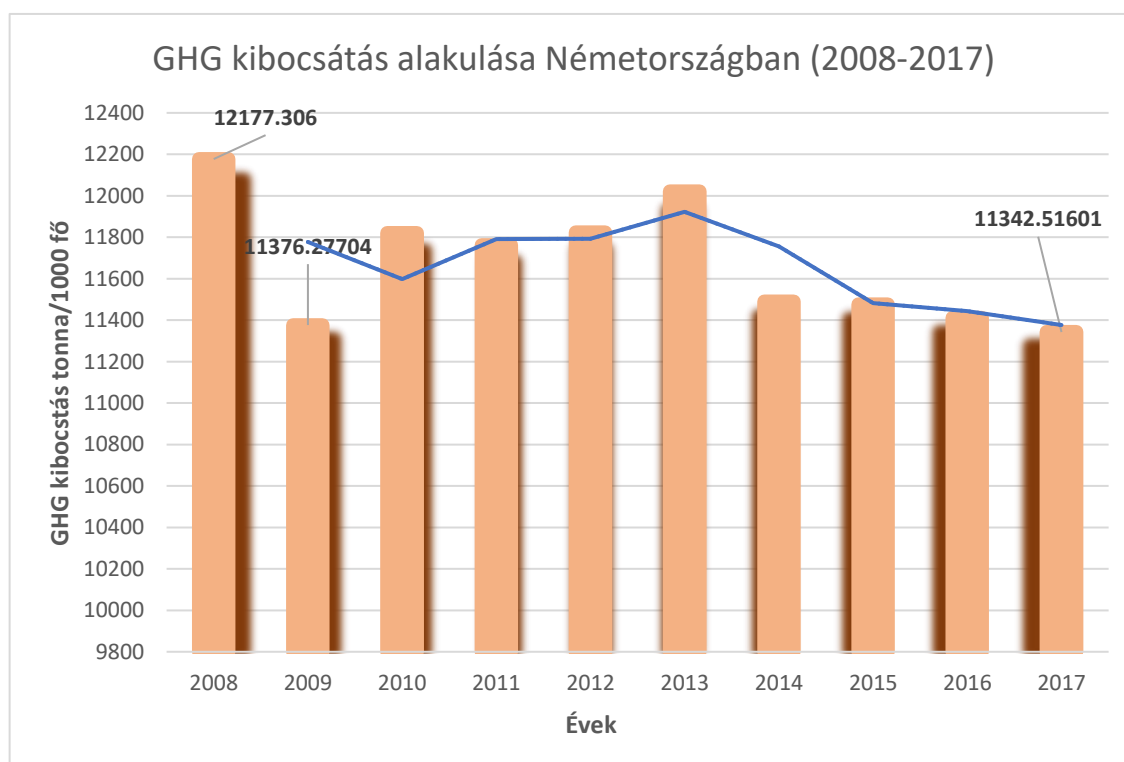
32.ábra GHG kibocsátás EU



Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

Habár megkérdőjelezhetetlen az üvegházhatású gázok csökkenő emissziója, közel sem egyenletes a tendencia eloszlása az éveket illetően. A 2009-ben történt hirtelen csökkenés (Gazdasági Világválság) az azt követő évben nem bizonyult fenntarthatónak. Természetesen a fenti ábra az összes gazdasági szektor kibocsátását magában foglalja, ezáltal kevésbé kiszámítható az adott évben keletkező GHG mennyisége. A megújuló energiakibocsátás jelentőségének mértéke nem egyezik minden ágazatban, ebből következik tehát hogy a grafikonra illesztett lineáris trendegyenes meredeksége szektoronként eltérhet. A 9 éves periódus tendenciája Németországban hasonlóan alakult, de nem képezte le az Európa viszonylag konzisztens fejlődését. Ez látható az alábbi diagrammon is:

33.ábra GHG kibocsátás Németország



Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A gazdasági válság a vizsgált tagállam esetében is, nagy mértékben, mintegy 6,58 %-kal csökkentette a GHG kibocsátást 2009-ben. Érdeemes kiemelni, hogy a 2008-as 1000 főre vetített 12177 tonnás kiindulópont jelentős mértékben meghaladja az EU-s átlagot, ezáltal ebben az összehasonlításban Németországban a mai napig "felülmúlja" az Uniót a káros hatású gázkibocsátás tekintetében. Az uniós tendenciával ellentétben, Németországban a 2010-es GHG kiugrást nem követte csökkenés a rákövetkező három esztendőben. Az inkonzisztens káros gázkibocsátás miatt az évről évre bekövetkező változás aligha

---

magyarázható lineáris trendegyenes segítségével. A 2010-es évek második fele egy már fenntarthatóbb, lineáritáshoz hasonlítható fejlődést hozott magával. A csökkenés a még mindig növekvő megújuló energiaberuházások révén várhatóan a jövőben is fennmarad, a tendencia meredeksége azonban kérdéses. Utóbbi állítás természetesen igaz az EU többi tagállamára is, ahogy az az Uniós összesítő diagrammon is kivehető.

#### 4.2.1 A 2009-es GHG kibocsátás visszaesésének okai Európában

A 2009-es válság a gazdasági szektorok összességét érintette az Unióban. A fosszilis tüzelőanyagfelhasználás (szén, kőolaj, gáz) visszaesett a megelőző évhez képest. (szénfogyasztás jelentős csökkenése). A csökkenő energiaszükségletet kiváltó gazdasági válság mellett fontos szerepet játszott a megújuló energiafogyasztás növekedése, ezáltal is kevesebb üvegházhatású gáz került kibocsátásra abban az évben.

A kibocsátás csökkenésében tekintélyes szerepet játszott a vas-, cement-, vegy-, illetve acél ipari tevékenységek háttérbe szorulása a válság idején. Az EU kibocsátáskereskedelmi rendszerében (ETS)<sup>11</sup> szereplő szektorok GHG emissziója 7,57%-kal csökkent 2008-hoz képest összességében.

2009-et követően a korábban visszaszoruló ipari tevékenységek ismét felfutottak, ezáltal 2010/11-ben növekedett a kibocsátás az Unióban ezen belül Németországban egyaránt. A 2010-es években stabil csökkenés tapasztalható 2017-ig bezárólag, immár a fenntartható fejlődés jegyében felmerülő, növekvő megújuló energiakibocsátásnak is köszönhetően.

#### 4.2.2 GHG emissziós célok az Unióban és Németországban

A megújuló energiafelhasználás részesedésére vonatkozó irányelvekhez hasonlóan, az üvegházhatású gázkibocsátás mértékéhez is kapcsolódnak egyedi (tagállamok által meghatározott), valamint Uniós célok, melyek közül az EU28-ra, illetve Németországra vonatkozó százalékos értékek (a RES célokkal egyetemben) a következő táblázatban láthatók. A százalékban kifejezett csökkenés 1990-es bázisévhez képest értendő.

---

<sup>11</sup> ETS: „Az EU kibocsátás-kereskedelmi rendszere (Emissions Trading System) a klímacsomag kulcseleme. A rendszer 2005 januártól működik, célja az, hogy a benne szereplő vállalatok a legköltséghatékonyabban ériék el kibocsátás csökkentési céljaikat.” (Balla, 2014)

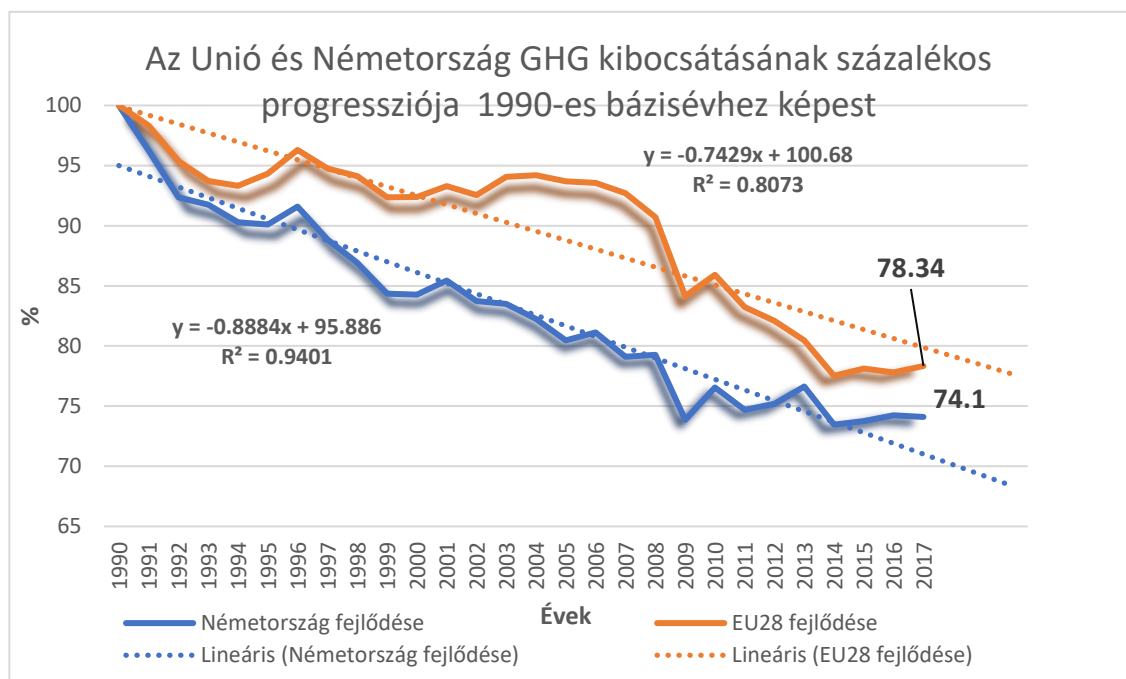
34. ábra GHG emissziós célok Németország, EU

Évek	EU28 GHG csökkenés cél (%)	Németország GHG csökkenés cél (%)	EU28 RED II cél RES (%)	Németország NREAP cél RES (%)
2020	20	40	20	18
2030	40	55	32	30
2050	80-95	80-95	Nem meghatározott	60

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

A 9 éves periódust tekintve a korábbi ábrák alapján az Unió egészére vonatkozóan konzisztens, linearitásnak megfelelő kép kapható. Ezek alapján elmondható, hogy az elmúlt évtized alapján az EU-s GHG kibocsátás csökkenése kiszámíthatóbb a Németországban mértéknél. Ez azonban nem volt mindig így.

35. ábra GHG kibocsátás alakulása Németországban és az EU-ban



Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

Amennyiben a GHG kibocsátás százalékos alakulását tekintjük (1990=100%) Az elmúlt 27 év adatai alapján összességében Németország tendenciája tekinthető stabilabbnak, emellett a tagállam 2017-ig jelentősebb százalékos visszaesést produkált GHG termelés szempontjából az Uniónál. Az európai tendenciát tekintve konjunktúra görbe rajzolódik ki, szemben a Németország világválságig kitartó stabil csökkenésével. A 2008-as évektől kezdődően a vizsgált tagállamban is megfigyelhető egy hasonló fluktuációs jelenség, mely ez esetben 1-2 évente lép fel, szemben az Unióban tapasztalható hosszabb időtartamot felölelő fejlődő, illetve hanyatló ciklusokkal.

Jelen tendenciák szerint Európa tartani/csökkenteni tudja az üvegházhatású gázkibocsátás mennyiségét az elkövetkezendő években, ezáltal a 2020-ra vonatkozó 20%-os GHG csökkenés megvalósulni látszik. Tekintve, hogy Németországban az 1000 főre eső üvegházhatású gázkibocsátás továbbra is meghaladja az EU-s átlagot (lásd korábbi diagrammok), valamint az utóbbi 9 éves periódusban a tagállam GHG termelése nem követ egyértelmű, konzisztens tendenciát, kétséges a 2020-ra, illetve 2030-ra megfogalmazott csökkenés beteljesülése. Németországban az elmúlt 27-28 évben a GHG emisszió visszaesése 30,8%-os volt, így a maradék 12 évben a tagállamnak céljai teljesítése érdekében további 24 százalékpontos GHG visszaesést kell elérnie, ez pedig sürgetővé teszi a fokozott megújuló energiakibocsátást, ezen belül hangsúlyosan a villamos-energia fogyasztás/termelés részesedésének növekedését.

Az évek során a megújuló energiafelhasználás részesedése (a bruttó fogyasztásából) folyamatosan nőtt, míg a GHG kibocsátás fluktuációkkal tarkítva ugyan, de tendenciaszerűen csökkent. Természetes tehát, hogy a 2008, illetve 2017 között lejátszódó, ellentétes folyamat között erős negatív irányú a kapcsolat.

36. ábra GHG emisszió és RES tendenciájának korrelációs kapcsolata

		GHGkibEU	RESEU
Pearson Correlation	GHGkibEU	1.000	-.961
	RESEU	-.961	1.000
Sig. (1-tailed)	GHGkibEU	.	.000
	RESEU	.000	.
N	GHGkibEU	10	10
	RESEU	10	10

Forrás: [www.ec.europa.eu/eurostat](http://www.ec.europa.eu/eurostat) 2018 adatai alapján

A korrelációs érték a RES, illetve az ezer főre eső GHG kibocsátás 9 éves tendenciája között -0,961. Ezáltal megállapítható, hogy az évről évre növekedő megújuló energiafogyasztás részesedése és a csökkenő GHG kibocsátás alakulása között erős negatív irányú a kapcsolat. Európa szinten az EEA és az Eurostat megállapításai szerint, valamint a fentiekben ábrázoltak alapján a növekvő megújuló energiaberuházások által előállított fogyasztás befolyásolta az üvegházhatású gázkibocsátást. Fontos azonban kiemelni, hogy ez a 9 éves periódus RES és üvegházhatású gázkibocsátás tendenciája közötti kapcsolatot mutatja, nem fejezi ki azonban, hogy adott ország meghatározott évben mért megújuló energiafelhasználása és GHG kibocsátása között milyen erős a



---

korreláció. Az, hogy a megújuló energiafelhasználás milyen mértékben magyarázza a GHG kibocsátás szóródását az elmúlt években bizonytalan, hiszen számos nem energiapolitikai, gazdasági tényező is befolyásolta az utóbb említett emisszió alakulását. Ilyen például a fentiekben kiemelt 2009-es ipari termelés visszaesése, 2010-es évek második felében bekövetkező demográfiai változások (migrációs) helyzet stb.

#### 4.3 RES hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra

A megújuló energiafelhasználás GHG kibocsátásra gyakorolt hatásának vizsgálatához a European Environment Agency által biztosított mennyiségi adatokat használtam fel. Az analízis kitér a megújuló energiafogyasztás fosszilis tüzelőanyag-felhasználásra gyakorolt hatásának mértékére is 2008 és 2017 között. A vizsgálat során az EU28 tendenciáján túl Németország fejlődése kerül bemutatásra, az alábbi változók segítségével:

- Megújuló energiafelhasználás hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra (ktoe, illetve toe/1000 fő- ezer főre eső ezer-, illetve egy tonna kőolaj elégetésével nyert energia ekvivalense)
- Megújuló energiafogyasztás hatása az üvegházhatású gázok kibocsátására ( $\text{MtCO}_2$ , illetve  $\text{MtCO}_2$ / 1 millió fő - adott mennyiségben kibocsátott gáz üvegházhatásának tonnában kalkulált széndioxid megfelelője.) <sup>12</sup>

Az analízis alapját képezik az alábbiak:

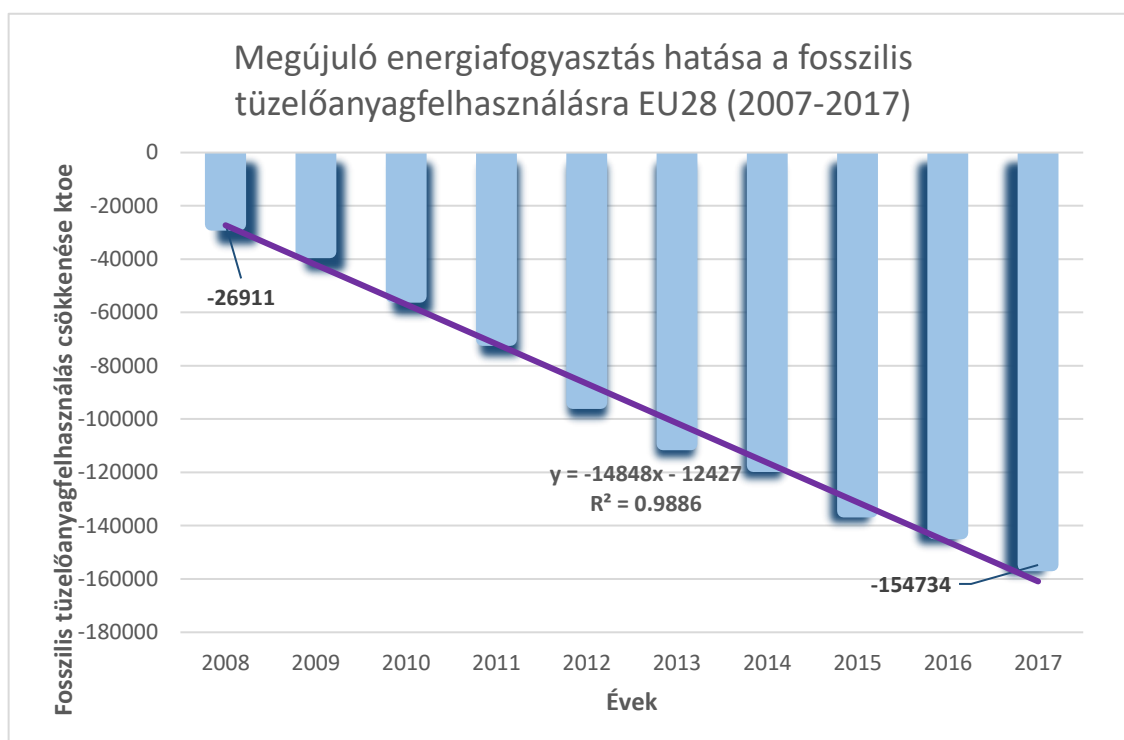
- A megújuló energiafelhasználás fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra gyakorolt hatásának kronológiai vizsgálata az EU28 és Németország összehasonlításában 2008-2017 között (1000 főre vetítve)
- A megújuló energiafelhasználás GHG gázok kibocsátására gyakorolt hatásának kronológiai vizsgálata az EU28 és Németország összehasonlításában 2008-2017 között (1 millió főre vetítve)

Az alábbi ábra az Európai Unió összes megújuló energiafogyasztás növekedése által visszatartott fosszilis tüzelőanyagfelhasználást ábrázolja az évek folyamán.

---

<sup>12</sup> A különböző gázok szén-dioxidban kifejezett megfelelőjét, vagyis  $\text{MtCO}_2$ -jét, a gáz tonnában mért tömegének és a gáz GWP (globális felmelegedés potenciál) értékének összeszorzásával állíthatjuk elő.

37. ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra EU (2007-2017)

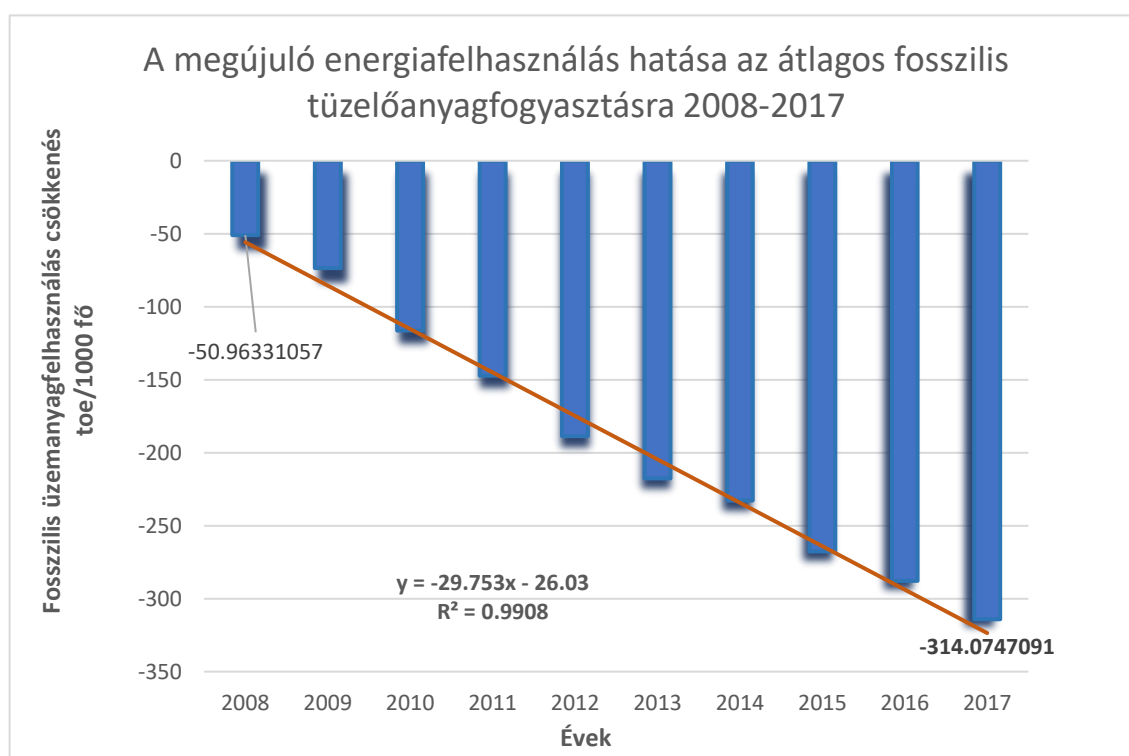


Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

A megújuló energiafelhasználás hatására bekövetkező fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkenése abszolút értékben lineáris ütemben fejlődik. A determinációs együttható alapján kijelenthető, az idő múlása majdnem teljes mértékben magyarázza a felhasznált üzemanyag csökkenésének alakulását. Adott évhez viszonyítva egy újabb esztendő elteltével átlagosan 14848 ktoe-val (Ezer tonna kőolaj elégetése által nyert energia megfelelőjével) jelentősebb mértékű a csökkenés a fosszilis tüzelőanyagfelhasználás tekintetében az Unión belül.

Ahhoz, hogy a németországbeli adatok összevethetők legyenek az EU28-as teljesítménnyel, a tagállamok 1000 főre vetített fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkenésének átlagos értékét kell alapul venni. Az összehasonlítás alapját képezi a következő ábra:

38.ábra Megújuló energiafogyasztás hatása az átlagos fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra



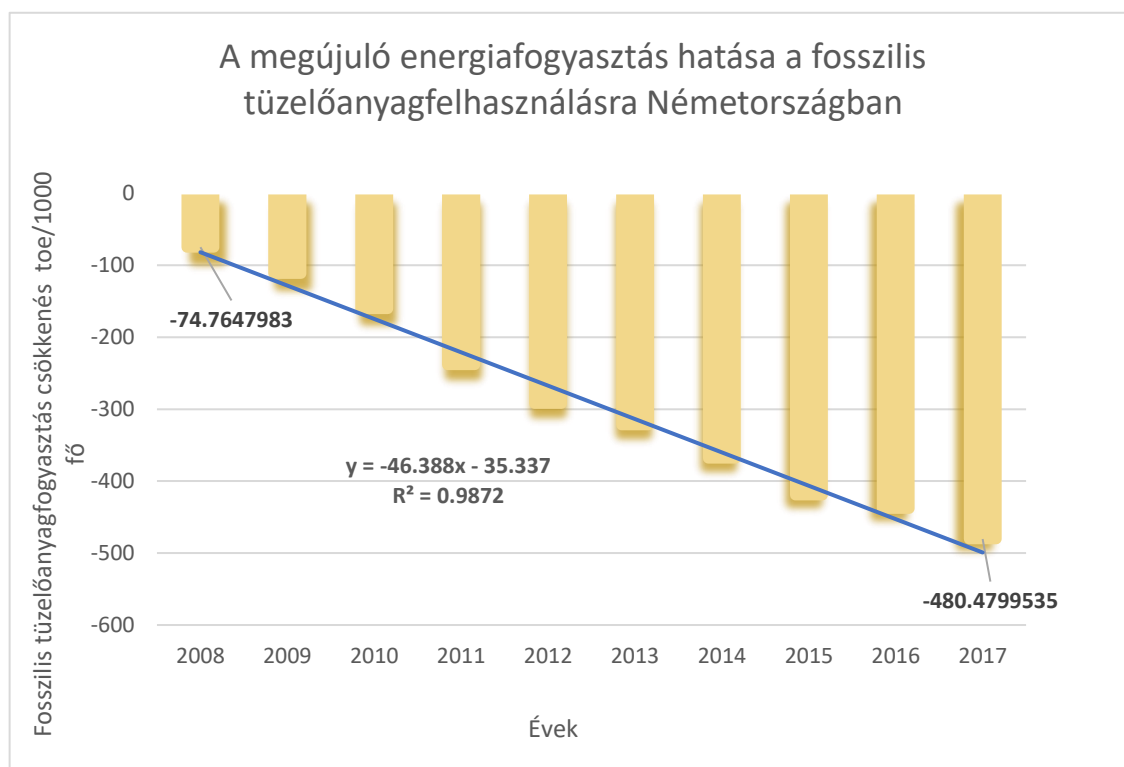
Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

Az adatsor az országos egységek alapján kalkulált (toe/1000 fő), megújuló energiafelhasználásnak köszönhető, átlagos fosszilis üzemanyag csökkenést mutatja be 2008, illetve 2017 között az Európai Unióban. A diagramm tendenciájának szempontjából leképezi a korábban ábrázoltakat (összes fosszilis üzemanyagcsökkenés). Míg 2008-ban az 1000 főre eső átlagos (megújuló energiaforrás-felhasználásnak köszönhető) fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkenése 50,96 toe volt, addig a 2017-re becsült 1-országra vetített redukció elérte a 314,074 olajegyenértéket. A lineáris trendvizsgálat alapján az alábbi tendencia állapítható meg:

Adott évhez képest egy újabb esztendő elteltével az 1000 főre jutó átlagos fosszilis tüzelőanyagfogyasztás csökkenése 29,753 toe adott országra vetítve az Unióban.

Az egyes tagállamok kronológiai változása hasonlóan illeszkedik a lineáris trend egyeneséhez, hiszen a 2000-es, 2010-es irányelvek, ösztönzők eltérő mértékben ugyan, de Európa szerte mindenhol érvényesültek. Nem volt ez másképp Németországban sem. A tendencia vizsgálata az alábbi ábra alapján készült:

39.ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra Németország



Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

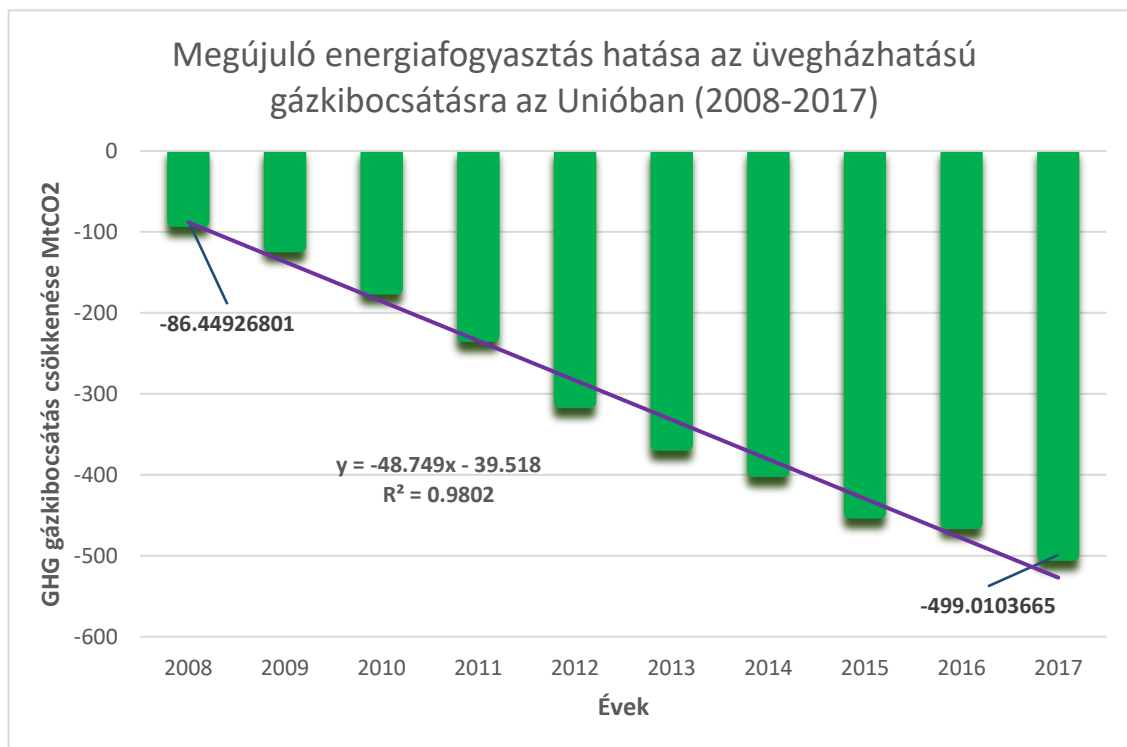
Az EU28 fosszilis tüzelőanyagfelhasználás csökkenésének egy országra vetített éves átlagos változása láthatóan jobban illeszkedik a lineáris trend egyeneséhez, mint Németorszáké. A 2007-2008-as visszafogott fejlődést a 2010-es években a trendet meghaladó (abszolút értékben vett) változás követte. A 9 éves időintervallumot tekintve Németország átlagos fejlődése meghaladta az Unióét. Az országos 1000 főre eső átlagos adatokat figyelembe véve a megújuló energia kibocsátás/felhasználás szerepe az üzemanyagfogyasztás szempontjából jelentősebbnek tekinthető a tagállamban, mint az EU-ban.

Jelen adatokból kiindulva elmondható, hogy adott évhez viszonyítva egy újabb év elteltével a megújuló energiafogyasztás hatása által bekövetkező fosszilis tüzelőanyagfelhasználás átlagos csökkenésének értéke 46,388 olajegyenérték (toe). Az átlagos fejlődés abszolút értéke Németországban 16,635 toe-val haladja meg az EU28 átlagát. (Az üzemanyagfogyasztás éves átlagos csökkenése a tagállamban 155,9 %-a az Unió trend alapján számított éves átlagos fejlődésének).

#### 4.4 Megújuló energiafogyasztás hatása az üvegházhatású gázkibocsátásra

A következőkben az üvegházhatású gázkibocsátás kronológiai elemzése kerül sorra, a korábbiakhoz hasonlóan itt Németország és az Unió összehasonlításában, immár 1 millió fős egységre vetítve. A GHG gázok kibocsátásának mértékegysége ez MtCO<sub>2</sub> azaz a kibocsátott CO<sub>2</sub> tonnában mért ekvivalense.

40.ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a GHG kibocsátásra EU

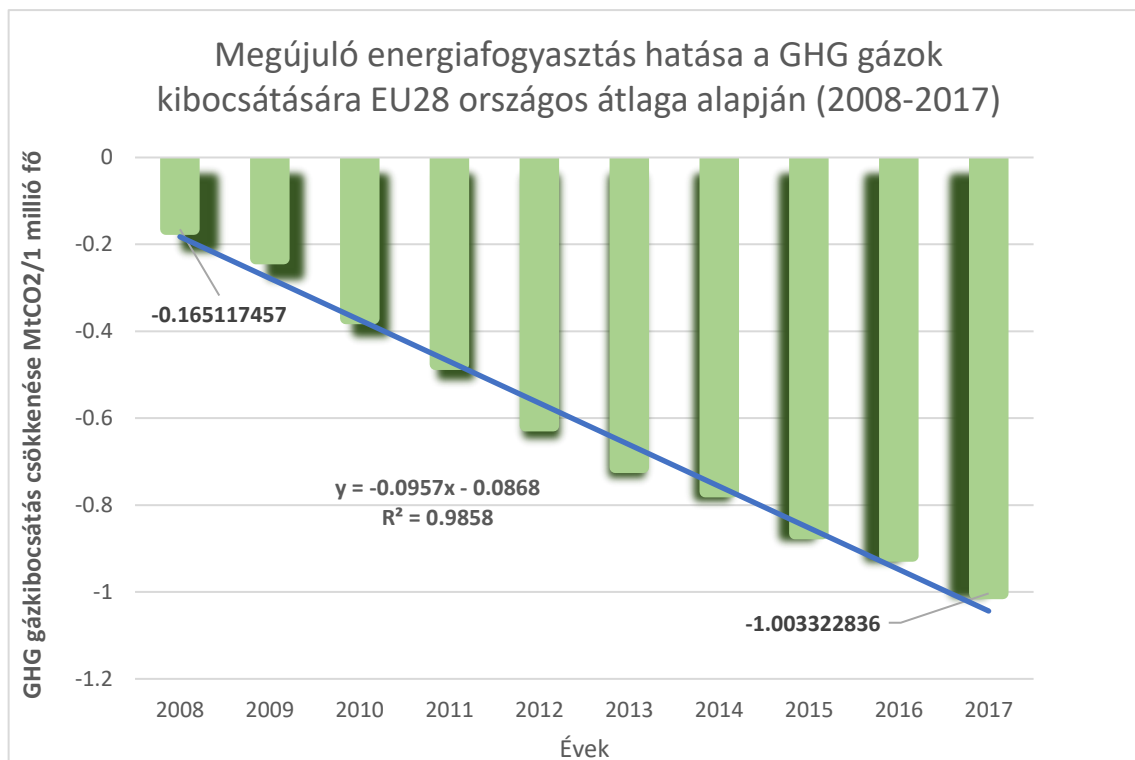


Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

A fosszilis üzemanyagkibocsátás csökkenésének tendenciájához hasonlóan az üvegházhatású gázok kibocsátásának fejlődése is jól illeszkedik a lineáris trendgörbére. A 9 éves periódus végén, 2017-ben a megújuló energiafogyasztás növekvő szerepének köszönhetően, becslült adatok alapján 499 tonnában mért CO<sub>2</sub> nem került kibocsátásra, ezzel is kímélve a levegő minőségét. Utóbbi érték majdnem hatszorosa a 2008-ban "visszatartott" CO<sub>2</sub> termelésnek. Jelen adatsorozatból kiindulva lineáris egyenlet adatai alapján az adott évi GHG csökkenés átlagosan 26,797 ktCO<sub>2</sub>-vel haladja meg az előző esztendőt. Ez abban az esetben igaz, ha a fejlődés mértéke hasonló tendenciát mutat az elkövetkező években.

A Németországgal való összehasonlítás alapját ez esetben is az átlagos (immár 1-millió fős) egységre vetített átlagos csökkenés adja az Unióban.

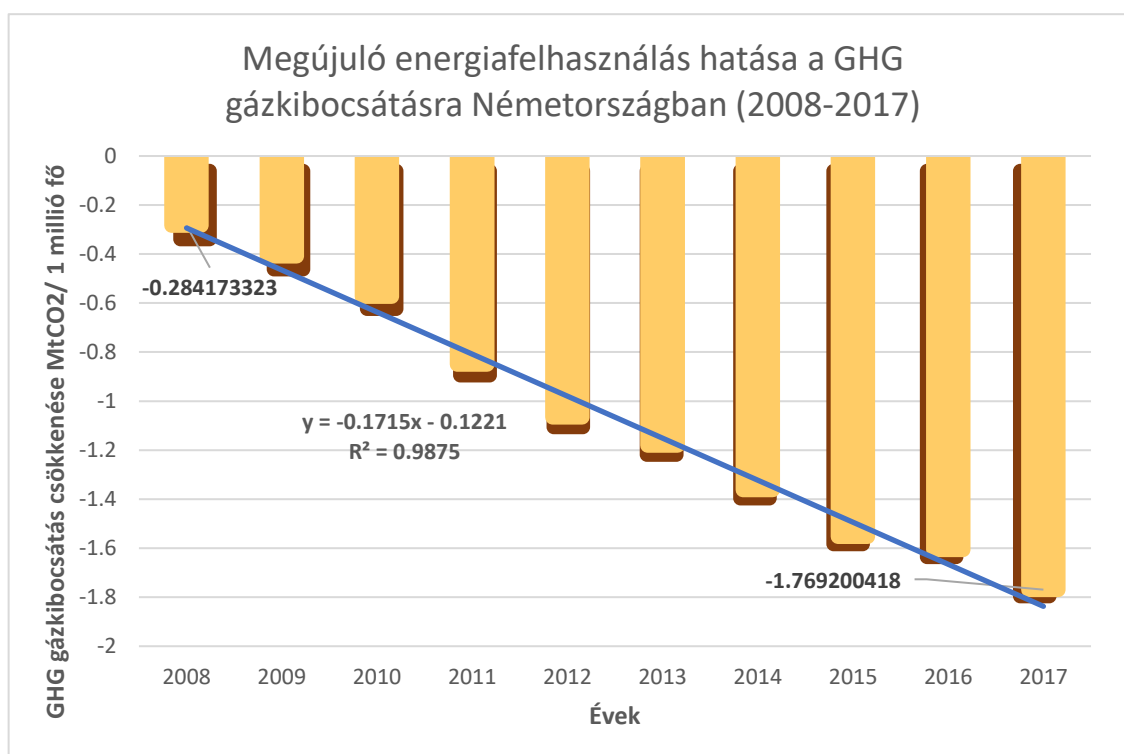
41.ábra Megújuló energiafogyasztása az átlagos GHG kibocsátásra EU



Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

Az összesített adatokhoz hasonlóan, az egy tagállamra vetített átlagos megújuló energiafelhasználás által visszatartott GHG kibocsátás közel lineáris tendenciát mutat. A tagállamokra vetített átlagos adatok alapján, a jelen helyzetben ábrázolt értékekből kiindulva, adott esztendőhöz viszonyítva egy újabb év elteltével az üvegházhatású gázok kibocsátása 0,0957 MtCO<sub>2</sub>-dal (95,7 kg széndioxiddal) jelentősebb mértékben csökken egy millió főre vetítve. Összességében 2017-re kb. 6-szor kevesebb üvegházhatású gáz jutott a levegőbe, mint 2008-ban 1 millió fő egységgel kalkulálva a fokozott megújuló energiatermelésnek köszönhetően.

42.ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a GHG kibocsátásra Németország



Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján

A diagrammok is jól szemléltetik, hogy Németországban a GHG gázkibocsátás visszaesésének 9 éves tendenciája hasonló, majdnem leképezi az Uniós átlagét. Mindkét esetben 2016-ban tapasztalható egy enyhe visszalépés a fejlődésben, mely aztán 2017-ben stabilizálódni látszik. Németországban az éves átlagos fejlődés értéke meghaladja ugyan az egy az uniós átlagét, azonban immár relatíve közel sem olyan jelentős a két érték közötti eltérés (0,0758 MtCO<sub>2</sub>- 75,8 kilogramm CO<sub>2</sub> ekvivalens) a jelen progressziós adatokból kiindulva. A 2008-as visszatartott üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke 6,23-ad része 2017-es becsült adatoknak. Jelen tendencia alapján, egy év alatt (adott esztendőhöz képest) átlagosan 0,1715 tonnának, azaz 171 kg-nak megfelelő, **újabb** széndioxid mennyiség nem kerül kibocsátásra Németországban a megújuló energiafelhasználás kedvező hatásainak köszönhetően (1 millió főre vetítve). A tagállamok egyenkénti, 1 millió fős egységgel kalkulált üvegházhatású gázkibocsátásra vonatkozó adatai alapján kijelenthető, hogy Németország hangsúlyos szerepet képvisel az Unió kedvező tendenciájának alakulásában. A megújuló energia hatása által visszatartott üvegházhatású gázkibocsátás alapján kialakított rangsor első 5 tagját képezik a következő országok:

43.ábra Megújuló energiafogyasztás által visszatartott GHG kibocsátás rangsora

Rangsor	Ország	1 millió főre eső GHG kibocsátás	Mértékegység
1.	Svédország	- 2.665543134	MtCO <sub>2</sub>
2.	Dánia	- 2.526332985	MtCO <sub>2</sub>
3.	Finnország	- 2.438108935	MtCO <sub>2</sub>
4.	Németország	- 1.769200418	MtCO <sub>2</sub>

Forrás: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) 2018 alapján



---

## 5. Összefoglalás

Dolgozatom első felében az energiafelhasználás módszerein túl, az Unió megújuló energiapolitikájának alapelvei kerültek bemutatásra.

Az irányelvgyűjtemény RES célokra vonatkozó útmutatásával egységes keretrendszert biztosít a tagállamok finanszírozási szerkezetében, adminisztrációs eljárásokban, illetve meghatározza a statisztikai transzfer mértékét (az Unió által meghatározott átlagos RES cél 20% 2020-ra, illetve 27% 2030-ra vonatkozóan). 13 tagállam elérte/biztosan eléri a 2020-ra vonatkozó nemzeti és RED I által kitűzött megújuló energiafelhasználásbeli részesedését, míg további 9 tagállam helyzete kérdéses. A megújuló energia részesedésének éves átlagos növekedése az utóbbi három évben lelassult, mely elsősorban számos ország (pl. Lengyelország, Görögország) ösztönzőpolitikájának kivitelezése során felmerült akadályokra vezethető vissza.

A RED I-nek köszönhetően a legtöbb tagállam jelentős fejlődést mutatott az elmúlt két program-periódus során, mely legfőképpen a megújuló energiapolitika nemzeti szintű internalizációjának köszönhető. Az irányelv javaslatainak kivitelezése kapcsán felmerült néhány probléma, melyet a következő csomag (Clean Energy package) segítségével kíván az Unió kiküszöbölni.

Az adminisztrációs terhek csökkentése végett, centrális felépítésű hálózat segítségével (one-stop shop) kívánja az Unió ösztönözni a beruházókat, lerövidítve ezzel az engedélyek beszerzésére fordított időt. Az új irányelvgyűjtemény a Prosumerek támogatása mellett kijelenti, hogy az egyes nemzetek újonnan kialakított támogatási rendszerüket, nem alkalmazhatják a már megkötött szerződésekre, hiszen az új rendelkezések korábban számos országban okozták a már megkezdett építkezések teljes leállítását.

A RED II különös hangsúlyt fektet továbbá az infrastrukturális fejlesztésekre, hiszen a jelen vezetékhálózat eddig számos országban megakadályozta a 10%-os statisztikai transzfer megvalósulását. Az egyik legjelentősebb infrastrukturális problémát az jelenti, hogy a vezetékhálózat, valamint az energiatermelés helye között aligha vannak stabil kapcsolódási pontok. Mivel 2014-ben az Európai Tanács az elérni kívánt 10%-os energiáttranszfer arányt 15%-ra növelte, a fejlesztések középpontjában a vezetékhálózat megfelelő kiépítése áll az Unió egészében.

---

Az új irányelv a fentiekén kívül, a 2009-ben meghatározott, 2030-ra érvényes 27%-os megújuló energia részesedést 32%-ra emelte, mely az IRENA kalkulációi alapján a megújuló energia 55%-os villamos-energia részesedése révén valósulhatna meg.

Az Európai Bizottság késleltetett beavatkozási lehetősége miatt felmerülő problémák megoldására egyelőre nem született egységes megállapodás, így ezzel a ponttal az új irányelv sem foglalkozik.

Fontos továbbá, hogy a tagállamok ösztönzőpolitikájukban a tender jellegű eljárások helyett aukciókra támaszkodjanak, illetve kerüljék a FIT típusú támogatási eszközöket, csökkentve ezzel a fogyasztók pénzügyi terheit. Németország aktuális állami ösztönzőrendszere adminisztrációs eljárások szempontjából biztosabb lábakon áll, mint a környező tagállamoké. Mivel az országban már az 1990-es évek végén (akkor példamutató jelleggel) elindultak a megújuló energiatermelésre/fogyasztásra vonatkozó javaslatok, beruházások, az országban korán kialakultak az energiafogyasztásra vonatkozó célok, melyek kevésbé harmonizálnak a 2009-es RED I gyűjteményben meghatározott Németország RES tendenciájára vonatkozó célgörbével. (NREAP és RED I által meghatározott görbe diszharmonizációja).

Fotovoltaikus energiatermelés/felhasználás kapcsán a vizsgált tagállam szerepe kiemelkedő, energiaközösségei révén a kisebb kapacitású napelemes beruházások száma jelentősebb a nagyobb méretűeknél. Ez részben Németország támogatási rendszerére vezethető vissza. Míg 2009-től minden kisebb kapacitású beruházás (amely csúcsteljesítménye maximum 30 kilowatt) 430 euró/MWh (megawattóra) támogatást vont maga után, addig a nagyobb lélegzetvételű beruházások 319 euró/MWh pénzügyi hozzájárulást kaptak csupán. Összességében a napenergia villamosipari részesedésének tendenciája exponenciális jellegű Németországban és az Európai Unió egészében egyaránt.

A szélenergiatermelő beruházások kedvező átlagköltségük révén igen népszerűek voltak a 2016-os építkezési korlátozások bevezetéséig, hiszen a magas támogatások révén a beruházások gazdaságosnak bizonyultak a befektetők számára. Németországban legfrissebb adatok alapján kb. 16%-ot, míg az Unióban kb. 11%-ot képvisel a megújuló energia a villamos-energiafogyasztásban.

Bár a vizsgált tagállam szerepe a napenergia és szélenergia átalakítás tekintetében jelentős, a hidroelektromos energiakapacitás-kihasználatlansága miatt az ország

---

megújuló energia részesedése (a bruttó energiafelhasználásból) nem éri el az európai átlagot. A jelen klímahelyzetből adódóan a vízforrások jelentősége (korlátozott rendelkezésre állása miatt) csökken az elkövetkezendő évtizedekben. Összességében tehát a tagállam RES részesedése nem tekinthető magasnak uniós viszonylatban, azonban az ország fejlesztései megfelelő energiaforrás-alapokon nyugszanak.

A következő évek technológiai kihívását a nap-/szélenergia tárolása jelenti majd. Fontos, hogy az Unió egészéhez hasonlóan, a Németország nagy hangsúlyt fektessen az infrastrukturális fejlesztésekre a közeljövőben, ugyanis az ország, centrális elhelyezkedése révén kiemelkedő szerepet játszik az "interkonnektivitási" / statisztikai transzfer célok megvalósításában. A hálózat kiterjesztésével kapcsolatos tervezett beruházások mintegy 10%-a valósult meg eddig csupán a vizsgált tagállamban (750 km a 7900 km-ből) 2017 végére.

Dolgozatom második felében elemzéseim által kívántam igazolni, a megújuló energiafogyasztás és az energiaimport közötti szignifikáns összefüggést.

A korrelációs együtthatók vizsgálatának előzményeképp a RES eloszlását teszteltem. Az eloszlás normálisnak bizonyult a Kolmogorov – Smirnov teszt alapján, azonban ezt torzította a Svédország kiugró RES értéke, mely az ország 2017-es tényadatai szerint, 30 százalékponttal meghaladta az Unió egészére vonatkozó, egyelőre teljesületlen, 20%-os célt. Kiemelkedő megújuló energia részesedése révén Svédország globális szinten is vezető szerepet tölt be a dekarbonizációban.

Uniós viszonylatban az energiafogyasztás és import változók között közepes erősségű, negatív irányú szignifikáns a kapcsolat. Tehát megalapozottnak tekinthető a feltevés miszerint, a megújuló energiatermelés/fogyasztás növelése az Unió gazdasági érdeke is, hiszen ez csökkentheti a tagállamok importfüggését. A regressziós becslőfüggvény szerint az energiaimport megszüntetéséhez az EU-s tagállamoknak átlagosan kb. 76%-os RES részesedést kell elérniük. Ez feltehetően a következő évtizedekben azonban nem valósul meg, hiszen számos, előre nem látható, jövőbeli makrogazdasági változás lassíthatja a dekarbonizációs folyamatokat.

Jelen körülmények között a fosszilis források beszerzési ára jelentős mértékben befolyásolja a tagállamok beruházási kedvét.

---

A nem megújuló energiahordozók közül, a földgáz magas beszerzési árával számos országban hozzájárult a megújuló energiaberuházások növeléséhez az Eurostat adatai alapján. Mi sem bizonyítja a két tényező közötti kapcsolatot jobban, mint hogy a földgáz árának eloszlásvizsgálata során a Svédországhoz tartozó érték bizonyult kimagaslónak. Mivel ebben a tagállamban a legmagasabb a megújuló energiarészesedés, feltételezhető az alternatív energiafogyasztás és az imént említett fosszilis hordozó beszerzési ára közötti pozitív korrelációs kapcsolat, melyet a lineáris regresszióelemzés eredménye is bizonyított: A RES és földgázárak közötti korrelációs analízis eredményeképp megállapítható, hogy a két tényező között közepes, pozitív irányú szignifikáns a kapcsolat.

A fentiekén túl regresszióvizsgálat segítségével igazoltam az IRENA megállapítását, miszerint a 2030-ra kitűzött megújuló energia részesedési célok eléréséhez, az alternatív energiakibocsátásnak legalább 55%-ban fedeznie kell az áramfogyasztást. A megújuló energiafogyasztás villamosenergiaipari részesedése és RES értékek között Unió szinten közepesnél erősebb/erősen szignifikáns a kapcsolat. Ez abból adódik, hogy a megújuló energiaforrás-felhasználás kevésbé elterjedt a hűtés-fűtés, illetve közlekedési szektorokban.

A dolgozat során kiemeltem a megújuló energiaforrások szerepét az üvegházhatású gázkibocsátással kapcsolatban.

A RES közvetlen hatásvizsgálata előtt az üvegházhatású gázkibocsátás populációs egységre vetített (1000 fő, 1 millió fő) csökkenésének alakulását elemeztem 2008 és 2017 között. Európa szempontjából a GHG kibocsátás tendenciája lineárishoz közelít a, míg Németországban egyáltalán nem érvényesül az egyenletes csökkenés, mely két fő okra vezethető vissza:

Az egyik, hogy a megújuló energiakibocsátás jelentőségének mértéke nem egyezik minden ágazatban, ebből következik tehát hogy a grafikonokra illesztett lineáris trendegyenes meredeksége szektoronként eltérhet.

A másik oka a GHG fluktuációnak a 2008-2009-es bekövetkezett világválság. Míg Európában 2008-ról 2009-re (1000 főre vetített egységgel számolva) a visszaesés mértéke kb. 7,5%, addig Németországban 6,58% volt a recesszióknak köszönhetően. A válság a gazdasági szektorok egészét érintette, mely visszatartotta a jelentős széndioxid kibocsátással járó ipari termelést (vas-, cement-, vegy-, illetve acél ipari tevékenységek

---

hátterbe szorulása). Ez az állapot nem volt fenntartható 2009 után, így az imént említett tevékenységek beindulása jelentős károsgázkibocsátás növekedést vont maga után, főként Németországban. 2016-tól már a fenntartható fejlődés jegyében csökken a GHG termelés a tagállamban is.

A megújuló energiafelhasználás részesedésére vonatkozó irányelvhez hasonlóan, az üvegházhatású gázkibocsátás mértékéhez is kapcsolódnak egyedi (tagállamok által meghatározott), valamint Uniós célok. Németország és az EU is 80-90 %-os csökkenést szeretne elérni 2050-re (1990=100%).

Bár 1990-hez képest a tagállam GHG tendenciája egyenletesnek tekinthető, az utóbbi évtizedben fellépő üvegházhatású gáztermelés fluktuációja miatt kétséges Németország GHG céljainak beteljesülése. Kronológiai szempontból a megújuló energiafelhasználás részesedése (a bruttó fogyasztásából) folyamatosan nőtt, míg a GHG kibocsátás fluktuációkkal tarkítva ugyan, de tendencia-szerűen csökkent. Természetes tehát, hogy a 2008, illetve 2017 között lejátszódó, ellentétes folyamat között erős negatív irányú a kapcsolat. (Ez nem a tényezők, hanem a változók tendenciája közötti kapcsolatot tükrözi). A tagállamoknak széndioxid kibocsátásuk csökkentése érdekében érdemes tehát növelniük a megújuló energiakibocsátást.

A GHG termelés tendenciájának analízise után, a European Environment Agency adatai alapján vizsgáltam a RES üvegházhatású gázkibocsátásra és fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra gyakorolt kronológiailag konkretizált-, számszerűen kifejezett hatását.

Az elmúlt évek tendenciái lineárisnak bizonyultak mind uniós, mind tagállamszinten, példaként a korábbiakhoz hasonlóan Németországot emeltem ki. A linearitás nem csupán a GHG gázkibocsátásban, hanem a fosszilis tüzelőanyag- felhasználásban is érvényesült a RES hatása által, ezúttal is populációs egységre vetítve (1 millió fő/ezer fő).

Az országos 1000 főre eső átlagos adatokat figyelembe véve, a megújuló energia kibocsátás/felhasználás szerepe a fosszilis tüzelőanyagfelhasználás, illetve az üvegházhatású gázkibocsátás szempontjából jelentősebb, mint az EU-ban. Ehhez hozzátartozik az is, hogy a tagállamban 1990-től kezdve magasabb volt az egységre vetített üvegházhatású gáztermelés, mint az Unióban átlagosan.

---

A potenciális RES fejlődés szoros összeköttetésben áll a megújuló energiafelhasználás lehetőségeinek kiaknázásával. Amennyiben az ország, technológiai fejlesztése révén, képes lesz a nap-, valamint szél által előállított energia hatékony tárolására, a tagállam közelíthet majd az EU-s átlaghoz, mind a RES részesedés, mind a GHG termelés terén, ugyanis az országban kiemelkedő az utóbb említett energiatípusok termelésének/fogyasztásának mértéke.

Természetesen a megújuló energiafogyasztás jövőbeli tendenciája szoros összeköttetésben áll a RED II implementációjának sikerességével.

---

## Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Balla László (2014): *Energiagazdálkodás*. Miskolci Egyetem Földtudományi Kar, Digitális Tankönyvtár. Elérhető: [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011\\_0059\\_SCORM\\_MFKGT5066/adatok.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0059_SCORM_MFKGT5066/adatok.html). [Letöltés: 2019.11.02].
- [2] European Union - European Commission, Statistical Office (2018): *Energy, transport and environment indicators*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- [3] European Court of Auditors (2019): *Wind and solar power for electricity generation: significant action needed if EU targets to be met*. Special Report - EU Publications No 08, Luxembourg.
- [4] European Environment Agency (2008-2017): *Estimated effects of increased RES consumption since 2005 on fossil fuels and GHG emissions*. Forrás: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/estimated-effects-of-increased-res-2> [Letöltés dátuma: 2019.11.15].
- [5] European Environment Agency (2008-2017): *Progress towards renewable energy source targets at Member State and EU-28 levels*. Forrás: [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/actual-res-progress-indicative-trajectory-7#tab-chart\\_3](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/actual-res-progress-indicative-trajectory-7#tab-chart_3) [Letöltés dátuma: 2019.11.10].
- [6] European Environment Agency (2018): *Share of renewable energy in gross final energy consumption*. Forrás: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/renewable-gross-final-energy-consumption-4/assessment-3>. [Letöltés dátuma: 2019.11.05].
- [7] EUROSTAT (2017): *Energy import dependency by products* Forrás: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg\\_07\\_50/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_50/default/table?lang=en) [Letöltés dátuma: 2019.11.22].
- [8] EUROSTAT (2017): *Gas prices by type of user* Forrás: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00118/default/table?lang=en> [Letöltés dátuma: 2019.11.25].

---

[9] EUROSTAT (2008 -2017): GHG kibocsátás az Európai Unióban és Németországban.

Forrás:

[https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env\\_ac\\_ainah\\_r2&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=en)

[Letöltés dátuma: 2019.11.22].

[10] EUROSTAT (1990 -2017): *Greenhouse gas emissions intensity of energy consumption*. Forrás:

[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg\\_13\\_20/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_20/default/table?lang=en)

[Letöltés dátuma: 2019.11.22].

[11] EUROSTAT (2008 -2017): Napenergia, Szélenergia, Vízenergia villamosipari részesedésének tendenciája EU, Németország. Forrás:

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> [Letöltés dátuma: 2019.11.22].

[12] IEA PVPS (2017): *IEA PVPS annual report 2016*. International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme, Paris.

[13] IRENA (2018): *Renewable Power Generation Costs in 2017*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

[14] Muntean, M. - Guizzardi, D. - Schaaf, E. - Crippa, M. - Solazzo, E. - Olivier, J.G.J.- Vignati, E. (2018): *Fossil CO2 emissions of all world countries Publications*. Office of the European Union, Luxembourg. Forrás: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=booklet2018> [Letöltés dátuma: 2019.11.17].

[15] Rabia Ferroukhi-Arslan Khalid-Alvaro Lopez-Peña - Michael Renner (2015): *Deutschlands Energiewende: Treiber einer globalen Transformation?*. IRENA, Abu Dhabi. Forrás: <https://www.irena.org/publications/2015/May/Renewable-Energy-and-Jobs--Annual-Review-2015> [Letöltés dátuma: 2019.11.30].

[16] Rainer Quitzow - Sybille Röhrkasten - Martin Jänicke (2016): *Deutschlands Energiewende: Treiber einer globalen Transformation?*. Institute for Advanced Sustainability Studies, Potsdam.



---

[17] Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions (2016): *Energy prices and costs in Europe*. European Commission, Brussels. Forrás: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com\\_2016\\_769\\_en\\_.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com_2016_769_en_.pdf) [Letöltés dátuma: 2019.11.30].

[18] Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions (2019): *Renewable Energy Progress Report*. European Commission, Brussels. Forrás: [https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/report-progress-renewable-energy-april2019\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/report-progress-renewable-energy-april2019_en.pdf) [Letöltés dátuma: 2019.11.30].

[19] Swedish Energy Agency (2018): *Energy in Sweden 2017*. Forrás: <https://www.energimyndigheten.se/en>. [Letöltés dátuma: 09-2019.11.21]

---

## Ábrajegyzék

1. ábra Energiafelhasználás típusai .....	7
2. ábra Megújuló technológiák applikációja .....	8
3. ábra Megújuló energia részesedésének fejlődése, célgörbéje EU28 .....	10
4. ábra A megújuló energia részesedésének fejlődése, célgörbéje Németországban .....	11
5. ábra Németország éves átlagos fejlődése a megújuló energiafelhasználásban .....	12
6. ábra LCOE Szélenergia .....	15
7. ábra LCOE Napenergia .....	16
8. ábra EU-s támogatás ERDF, CF .....	17
9. ábra Napenergia felhasználásának progressziója a villamos-energiaiparban .....	20
10. ábra Szélenergia részesedésének progressziója EU és Németország összehasonlításában ...	21
11. ábra Németország RES-E céljai .....	22
12. ábra Vízenergia részesedésének alakulása a villamosenergiafelhasználásban .....	23
13. ábra 1000 főre eső vízenergiafogyasztás a villamosenergiaiparnak EU és Németország összehasonlításában .....	24
14. ábra RES Eloszlásvizsgálat tesztelés .....	31
15. ábra Normális eloszlás Q-Q Plot .....	31
16. ábra RES eloszlás Svédország nélkül .....	32
17. ábra RES-E eloszlás tesztelése .....	33
18. ábra Kiugró érték RES-E .....	33
19. ábra RES és RES-E korrelációs vizsgálat .....	33
20. ábra Variancia-analízis RES, RES-E .....	34
21. Regressziós paraméterek RES, RES-E .....	34
22. ábra Földgáz árak eloszlásának tesztelése .....	35
23. ábra Földgáz árak normális eloszlás Q-Q Plot .....	36
24. ábra Földgáz árak eloszlása Svédország eliminációjával .....	36
25. ábra RES - Földgázárak korrelációs vizsgálata .....	37
26. ábra Variancia-analízis RES, Földgáz árak .....	37
27. ábra Regressziós paraméterek RES, Földgáz árak .....	37
28. ábra Energiaimport eloszlásának tesztelése .....	38
29. ábra Korrelációs vizsgálat, RES, Import .....	38
30. ábra Variancia-analízis RES, Import .....	39
31. ábra Regressziós paraméterek RES, Import .....	39
32. ábra GHG kibocsátás EU .....	40
33. ábra GHG kibocsátás Németország .....	41
34. ábra GHG emissziós célok Németország, EU .....	43
35. ábra GHG kibocsátás progressziója Németországban és az EU-ban .....	43
36. ábra GHG emisszió és RES tendenciájának korrelációs kapcsolata .....	44
37. ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra EU .....	46
38. ábra Megújuló energiafogyasztás hatása az átlagos fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra .....	47
39. ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a fosszilis tüzelőanyagfelhasználásra Németország .....	48
40. ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a GHG kibocsátásra EU .....	49
41. ábra Megújuló energiafogyasztása az átlagos GHG kibocsátásra EU .....	50
42. ábra Megújuló energiafogyasztás hatása a GHG kibocsátásra Németország .....	51
43. ábra Megújuló energiafogyasztás által visszatartott GHG kibocsátás rangsora .....	52