



# A MAGYARORSZÁGI VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁS ÉGHAJLATI SZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉSE

Készítette:



**FICÉP Építőipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.**

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat megbízásából



**NAKFO**

NEMZETI ALKALMAZKODÁSI KÖZPONT FŐOSZTÁLY  
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

**Budapest, 2019. május 31.**

# Tartalomjegyzék

|         |                                                                                                                                     |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.      | Vezetői összefoglaló .....                                                                                                          | 5  |
| II.     | Bevezető.....                                                                                                                       | 11 |
| III.    | Igényoldalt befolyásoló tényezők.....                                                                                               | 12 |
| III.1   | A hazai villamosenergia-fogyasztás alakulása .....                                                                                  | 12 |
| III.2   | A villamosenergia-fogyasztást befolyásoló tényezők.....                                                                             | 15 |
| III.2.1 | Klíímaváltozás és annak hatásai .....                                                                                               | 15 |
| III.2.2 | Társadalmi-demográfiai trendek .....                                                                                                | 17 |
| III.2.3 | Gazdasági trendek .....                                                                                                             | 19 |
| III.2.4 | Energiaárak.....                                                                                                                    | 22 |
| III.2.5 | Műszaki-technológiai változások.....                                                                                                | 25 |
| III.3   | Javaslat a hazai áramfogyasztás alakulásának előrejelzésére .....                                                                   | 27 |
| IV.     | A kínálati oldal jellemzése .....                                                                                                   | 31 |
| IV.1    | A villamosenergia-ellátórendszer hálózati felépítése .....                                                                          | 31 |
| IV.2    | A villamosenergiaellátó-rendszer infrastrukturális elemei .....                                                                     | 33 |
| IV.2.1  | A szabadvezetékes hálózat elemei.....                                                                                               | 33 |
| IV.2.2  | A kábelvezetékes hálózat elemei .....                                                                                               | 35 |
| IV.2.3  | A villamos állomások .....                                                                                                          | 35 |
| IV.3    | A villamosenergiaellátó-rendszer elemeinek a rájuk ható klimatikus paraméterekkel szembeni kitettsége és érzékenysége .....         | 35 |
| IV.3.1  | Szél.....                                                                                                                           | 35 |
| IV.3.2  | Tapadó csapadék (ónos eső, zúzmara, hó).....                                                                                        | 36 |
| IV.3.3  | Fagypont körüli hőmérsékletingadozás .....                                                                                          | 36 |
| IV.3.4  | Hirtelen, nagy mennyiségű eső .....                                                                                                 | 36 |
| IV.3.5  | Hőhullámok .....                                                                                                                    | 37 |
| IV.3.6  | Légnedvesség .....                                                                                                                  | 37 |
| IV.3.7  | Villámcsapás .....                                                                                                                  | 37 |
| IV.3.8  | Talajvíz.....                                                                                                                       | 37 |
| IV.3.9  | A kitettség és érzékenység hatásútvonalai .....                                                                                     | 38 |
| IV.4    | A hazai villamosenergia-ellátórendszer (villamosenergia hálózatok) éghajlati érzékenységvizsgálatára alkalmas mintamódszertan ..... | 39 |
| IV.4.1  | Az érzékenységvizsgálat kulcstényezői.....                                                                                          | 39 |
| IV.4.2  | A javasolt indikátorok rendszere .....                                                                                              | 39 |
| IV.4.3  | A vizsgálat javasolt módszertana, a vizsgálat korlátai.....                                                                         | 43 |
| V.      | Irodalomjegyzék .....                                                                                                               | 44 |

|     |                                                                                                                                                                                |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| VI. | Melléklet.....                                                                                                                                                                 | 46 |
| 1.  | sz. melléklet: A MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt. vezérigazgató-helyettesével, Tihanyi Zoltánnal készült részletes interjú dokumentálása..... | 46 |
| 2.  | sz. melléklet: Az energiaszegénységi mutató.....                                                                                                                               | 48 |
| 3.  | sz. melléklet: A REKK 2019-es tanulmányában alkalmazott forgatókönyvek összefoglalója.....                                                                                     | 50 |

## Ábrajegyzék

|         |                                                                                                                                                              |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I-1.    | ábra: A főbb hatótényezők és a mérésükhöz javasolt indikátorok.....                                                                                          | 5  |
| I-2.    | ábra: Az egyes prognózisok bekövetkezésnek valószínűsége és az áramfogyasztásra gyakorolt hatása .....                                                       | 8  |
| I-3.    | ábra: A klimatikus tényezők által az infrastrukturális elemekre tett hatások útvonalai.....                                                                  | 9  |
| III-1.  | ábra: A villamosenergia-fogyasztás megoszlása gazdasági áganként 2017-ben, %.....                                                                            | 12 |
| III-2.  | ábra: A magyar villamosenergia-rendszer főbb adatai 1995-2017 között, GWh.....                                                                               | 13 |
| III-3.  | ábra: A téli és nyári csúcsterhelések alakulása 2001-2017 között, GW.....                                                                                    | 13 |
| III-4.  | ábra: Napi bruttó terhelési görbe télen (balra) (téli csúcs: 2017. január 11.) és nyáron (nyári csúcs: 2017. június 28.), MW .....                           | 14 |
| III-5.  | ábra: Az éves középhőmérsékletek változásának területi eloszlása 1981–2016 között.....                                                                       | 15 |
| III-6.  | ábra: A forró napok számának várható változása a 2021–2050 időszakra az ALADIN-Climate klímamodell alapján (napok száma).....                                | 16 |
| III-7.  | ábra: A tavaszi fagyos napok számának várható változása a 2021–2050 időszakra az ALADIN-Climate klímamodell alapján (napok száma).....                       | 16 |
| III-8.  | ábra: Magyarország népességszámának alakulása a különböző forgatókönyvek szerint, fő.....                                                                    | 17 |
| III-9.  | ábra: Egyedülállók aránya az összes háztartásban 1990-ben (bal) és 2016-ban (jobb), %.....                                                                   | 17 |
| III-10. | ábra: Deprivációs index járási szinten 2031- ben és 2051-ben.....                                                                                            | 18 |
| III-11. | ábra: Az összes bruttó hozzáadott érték, illetve ebből a feldolgozóipar részesedése (millió ft), valamint a villamosenergia-fogyasztás (GWh) alakulása ..... | 19 |
| III-12. | ábra: Egy lakosra jut bruttó hazai termék 2017-ben .....                                                                                                     | 20 |
| III-13. | ábra: A háztartások végső villamosenergia-felhasználása Magyarországon felhasználási célok szerint, terajoule .....                                          | 21 |
| III-14. | ábra: A nagykereskedelmi villamosenergia ára 2025-ben és 2030-ban, €/MWh.....                                                                                | 23 |
| III-15. | ábra: Nagykereskedelmi ár és a megújuló támogatás fajlagos mértéke a vizsgált forgatókönyvekben, €/MWh.....                                                  | 24 |
| III-16. | ábra: A főbb elektromos berendezések előfordulásának gyakorisága a háztartásokban, 2018. I. félév.....                                                       | 25 |
| III-17. | ábra: Az elektromos háztartási eszközök fogyasztásának megoszlása .....                                                                                      | 26 |
| III-18. | ábra: Az egyes prognózisok bekövetkezésnek valószínűsége és az áramfogyasztásra gyakorolt hatása .....                                                       | 30 |

|                                                                                                                            |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| IV-1. ábra: A magyar villamosenergia-ellátórendszer felépítése .....                                                       | 31                                     |
| IV-2. ábra: A magyar villamosenergia-hálózat nyomvonalainak hossza, 2017 (ezer km) .....                                   | 33                                     |
| IV-3. ábra: Nagyfeszültségű tartóoszlopok típusai .....                                                                    | 34                                     |
| IV-4. ábra: Közép- és kiefeszültségű tartóoszlopok típusai .....                                                           | 34                                     |
| IV-5. ábra: Transzformátor, transzformátorház .....                                                                        | 35                                     |
| IV-6. ábra: A klimatikus tényezők által az infrastrukturális elemekre tett hatások útvonalai                               | <b>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</b> |
| VII-1. ábra: Energiaszegénységi mutató alakulása az egyes régiók és településcsoportok vonatkozásában, 2010. és 2017. .... | 48                                     |

## Táblázatok jegyzéke

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| I-1. táblázat: A javasolt indikátorok.....                                     | 10 |
| III-1. táblázat: A magyarországi GDP várható növekedése 2018-2026 között ..... | 20 |
| IV-1. táblázat: Infrastrukturális elemekre jellemző indikátorok .....          | 40 |
| IV-2. táblázat: Klimatikus elemekre jellemző indikátorok.....                  | 41 |
| IV-3. táblázat: Egyéb természeti elemekre jellemző indikátorok.....            | 42 |

## I. VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

A FICÉP Kft. 2019 tavaszán a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú „NATÉR továbbfejlesztése” projekt keretében megbízást kapott a **hazai villamosenergia-ellátórendszer éghajlati érzékenységének vizsgálatához mintamódszertan elkészítésére, valamint villamosenergia-ellátórendszer kihasználtságának és teljesítőképességének előrejelzésére**. A projekt keretében két, egymástól jól elkülöníthető részfeladat valósult meg:

1. a villamosenergia-ellátórendszer jövőbeni kihasználtságának és teljesítőképességének prognózisa (igényoldalt befolyásoló tényezők), valamint
2. a hazai villamosenergia-ellátórendszer műszaki infrastruktúrájának kitettség- és érzékenységvizsgálata (a kínálati oldal jellemzése).

Az **igényoldali vizsgálat** keretében sor került a villamosenergia-ellátórendszer jövőbeni várható kihasználtságának és teljesítőképességének prognosztizálására, amely az éghajlati paraméterek mellett figyelembe vette a társadalmi-demográfiai, illetve gazdasági trendeket, valamint a műszaki-technológiai változásokat egyaránt, majd ezt követően meghatároztuk azokat **a javasolt indikátorokat, amelyek a NATÉR-ba beépítve – avagy a már meglévő adatokat tovább pontosítva – hosszú távon is előrejelezhetik a villamosenergia-ellátó szektor éghajlatváltozással kapcsolatos kitettségét és érzékenységét**.

A vizsgálat tapasztalatait az alábbi ábra foglalja össze:

**I-1. ábra: A főbb hatótényezők és a mérésükhöz javasolt indikátorok**

### Klímaváltozás



#### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

**01**

##### Középhőmérséklet alakulása

Magyarország éves középhőmérséklete a globális tendenciákkal összhangban alakul és az ismert klímamodellek alapján a felmelegedés a jövőben is folytatódni fog.



#### A tényező méréséhez javasolt indikátorok



Magyarország átlaghőmérséklete



Az átlaghőmérséklet várható alakulása (2050-ig)

**02**

##### Szélsőértékek intenzitása

A fagyos napok (napi minimumhőmérséklet  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) számának csökkenése és a hőségnapok (napi maximumhőmérséklet  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) számának növekedése prognosztizálható.



Nyári napi átlaghőmérséklet alakulása



Hőségnapok száma



Hőségnapok számának várható változása

## Demográfia - társadalom



### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

01

#### Népességszám alakulása

Magyarország népessége évtizedek óta csökken, amely az előreszámítások és demográfiai folyamatok tendenciáit figyelembe véve a következő évtizedekben is folytatódni fog.



02

#### Egyszemélyes háztartások száma

A népesség elöregedése az egyszemélyes háztartások számának növekedését fogja eredményezni, amelyhez hozzáadódik a fiatalok életstílusának megváltozása is.



03

#### Területi egyenlőtlenségek

A társadalmi egyenlőtlenségek eredményeként a tehetősebb lakosság a szegényebb területekről elköltözik a gazdaságilag prosperáló területekre, ezáltal a szegény területeken tovább növekszik a beragadt, szegény társadalmi státuszú rétegek aránya.



### A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Népességszám járási szinten
- ✓ Öregedési index járási szinten
- ✓ Háztartások száma
- ✓ Egyszemélyes háztartások száma, aránya
- ✓ Deprivációs index járási szinten
- ✓ Energiaszegénységi mutató járási szinten

## Gazdaság



### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

01

#### GDP

A különböző gazdaságkutatói tanulmányok növekedési idősorai közép- és hosszú távon 2% körüli éves reál GDP növekedési ütemet prognosztizálnak.



02

#### Gazdaságszerkezet

Magyarországon az ipar - azon belül is elsősorban a feldolgozóipar -, valamint a szolgáltatások dominanciája jellemző. Ez a gazdaságszerkezet a jövőben sem fog lényegesen átalakulni.



03

#### Térszerkezet

Az országban Budapest dominanciája mellett néhány megyei jogú város és gazdasági központ megerősödésére, valamint a kelet-nyugati megosztottság konzerválódására lehet számítani.



04

#### Jövedelmi helyzet

Az utóbbi években a háztartások jövedelmi helyzete javult, mind színvonala, mind szerkezete pozitív irányban változott. Az elmúlt hat évben a háztartási energiakiadásokban csökkent az elektromos energia részaránya.



### A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ GDP növekedési rátája
- ✓ GDP növekedési prognóza
- ✓ Gazdasági ágazatok hozzájárulása a GDP-hez
- ✓ Ipar / feldolgozóipar hozzájárulása a GDP-hez
- ✓ GDP növekedési rátája megyénként
- ✓ Ipar / szolgáltatások hozzájárulása a megyei GDP-hez
- ✓ A jövedelmek alakulása
- ✓ A háztartási fogyasztás éves növekedési rátája megyénként
- ✓ Energiaszegénységi mutató

# Energiár



## Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

- 01 Nagykereskedelmi ár**  
A hazai nagykereskedelmi villamosenergia-ár a növekvő szén-dioxid, illetve földgázáraknak köszönhetően 2030-ra 70€/MWh körüli szintre fog emelkedni.



- 02 Megújuló energia**  
A végfelhasználói árak szempontjából meghatározó a megújuló támogatás formája és a költségek fogyasztói csoportok közötti allokálásának módja.



## A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Nagykereskedelmi villamosenergia-ár alakulása
- ✓ Megújulóenergia-kapacitások megyénként

# Műszaki-technológiai változások



## Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

- 01 Elektromos eszközök terjedése**  
Az elektromos eszközök közül a szórakoztató elektronikai eszközök térhódítása lesz a legjelentősebb. Mindezek mellett az elektromos autók megjelenésével hosszabb távon egy új nagyfogyasztói csoportra számíthatunk.



- 02 Strukturális változások**  
A magyar háztartások villamosenergia-fogyasztásában is jelentős csökkenést eredményezhetnek azok az európai energiahatékonysági célok, amelyeket az Unió az Energiahatékonysági Irányelven keresztül kíván megvalósítani.

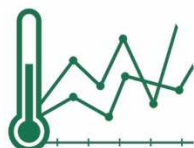
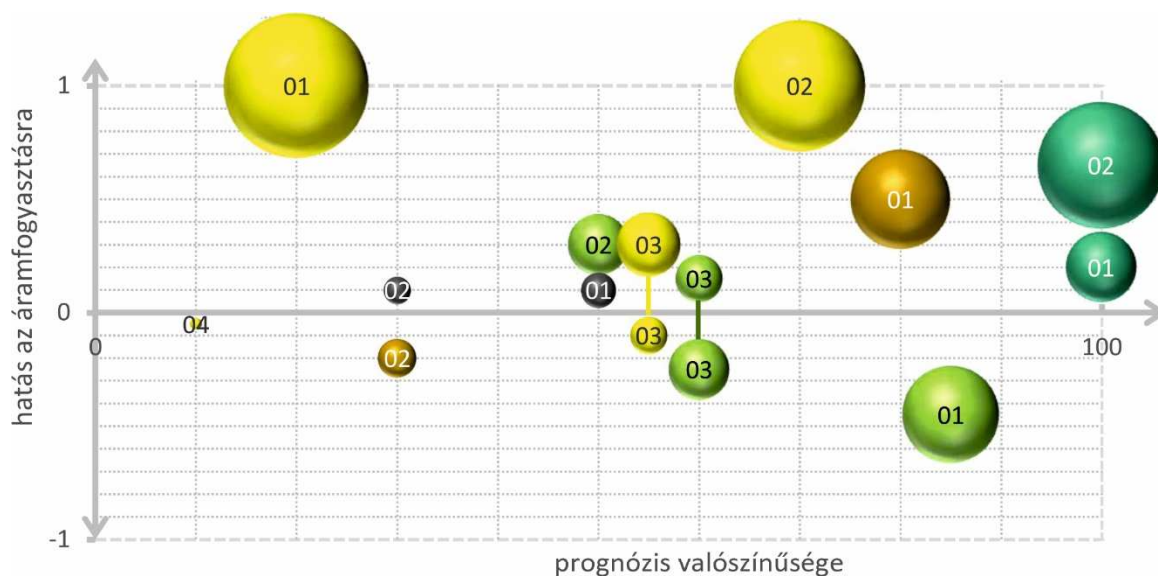


## A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Háztartások eszközellátottsága
- ✓ Elektromos járművek száma
- ✓ Elektromos töltőállomások eloszlása járásonként
- ✓ Háztartási eszközök átlagéletkora
- ✓ Hőszámlák többlet energiafogyasztása

A vizsgált hatótényezők alapján tehát a villamosenergia-felhasználás gyorsuló ütemű növekedésére kell számítani, amelyet a klimatikus tényezők és a gazdasági trendek fognak a legjelentősebben befolyásolni. A társadalmi-demográfiai hatások jellemzően kettős előjelűek lesznek, amelyek a területi különbségekben érhetők tetten. Az elektromos eszközök terjedésénél a közlekedési eszközök elektrifikációja fogja a legnagyobb pozitív irányú elmozdulást eredményezni, de ennek tényleges mértéke napjainkban még csak óvatos becslésekkel jelezhető előre.

**I-2. ábra: Az egyes prognózisok bekövetkezésnek valószínűsége és az áramfogyasztásra gyakorolt hatása**



01 Középhőmérséklet alakulása  
02 Szélsőértékek intenzitása



01 GDP  
02 Gazdaságszerkezet  
03 Társaság szerkezet  
04 Jövedelmi helyzet



01 Népességszám alakulása  
02 Egyszemélyes háztartások száma  
03 Területi egyenlőtlenségek



01 Nagykereskedelmi ár  
02 Megújuló energia



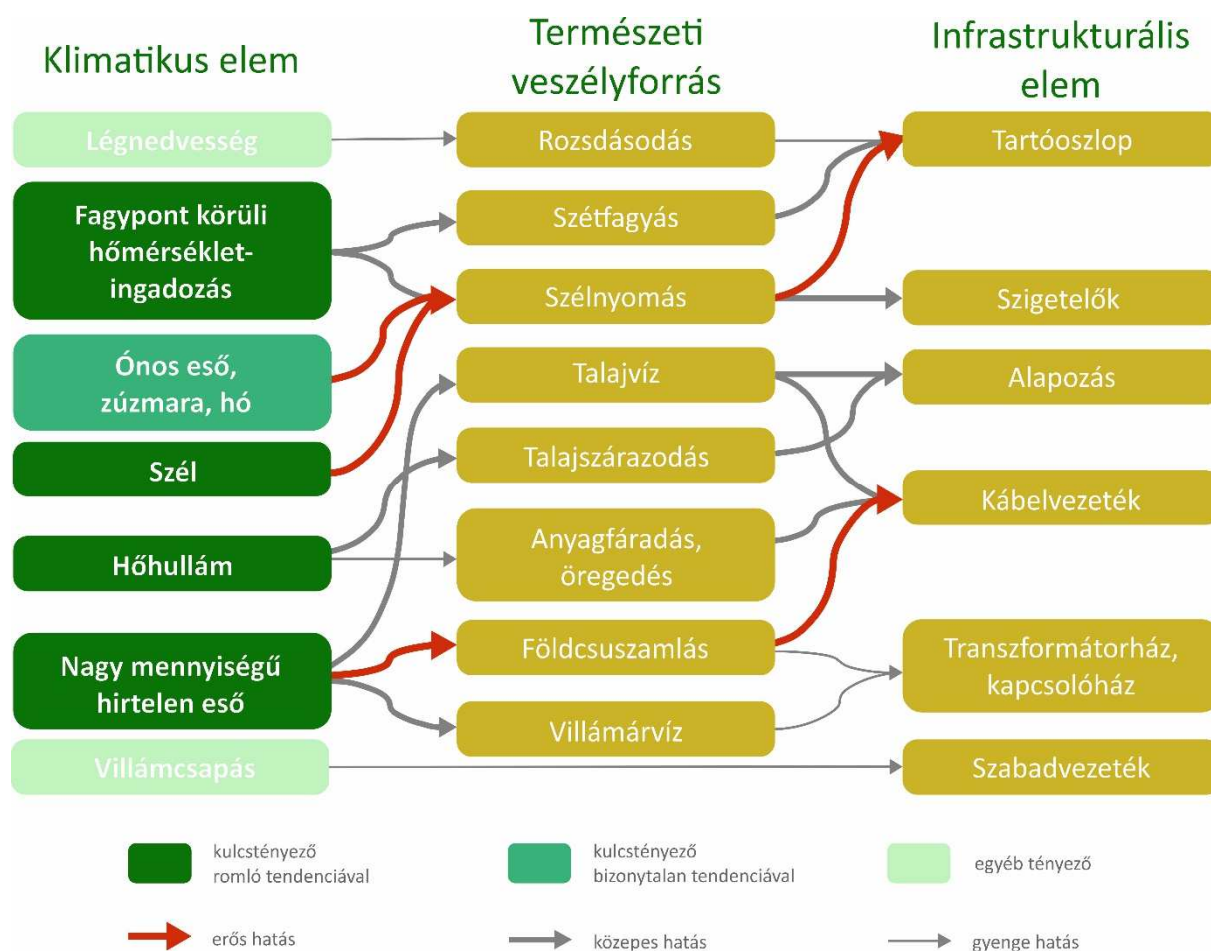
01 Elektromos eszközök terjedése  
02 Strukturális változások

A **kínálati oldal vizsgálata** lefedte a villamosenergiaellátó-rendszer infrastrukturális elemeinek a klimatikus paraméterekkel szembeni kitettségének és érzékenységének bemutatását. A klimatikus paraméterek változásának közvetlen és közvetett hatásútvonalainak elemzése után megállapítható, hogy:

- A leginkább kitett infrastrukturális elem a tartóoszlopok szerkezete.
- A legnagyobb hatást a szél, a tapadó csapadék és a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű eső gyakorolják az infrastruktúrára.
- A legnagyobb érzékenységet a szabadvezetékek tartószerkezete mutatja a szélnyomással szemben, illetve a kábelvezetékek a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű esővel (és az abból származó földcsuszamlással) szemben.

A hatásútvonalakat az alábbi ábra foglalja össze:

**I-3. ábra: A klimatikus tényezők által az infrastrukturális elemekre tett hatások útvonalai**



A bemutatott hatásútvonalak alapján megállapíthatók azok a **kulcsterületek**, amelyeket a villamosenergia-ellátórendszer infrastruktúrájának **érzékenységvizsgálatakor figyelembe kell venni**.

A kulcsterületek az **infrastruktúra** részéről leginkább kitett elemek a tartóoszlopok szerkezete, alapozása, illetve a kábelvezetékek. Az infrastrukturális elemekre legnagyobb hatást gyakorló **klimatikus elemek** a nagy szélsébség, a csapadék (tapadó csapadék és a hirtelen lezúduló nagy esők) és a hőmérséklet (a nyári maximumhőmérsékletek és a téli fagypont körül ingadozó hőmérséklet). A fentiekben túl figyelembe kell venni néhány egyéb, **nem klimatikus természeti tényezőt** is, amelyek

meghatározók a sérülékenységvizsgálatban, így a talajt, a talajvizet, a domborzati adottságokat és a felszínborítást.

A **kulcstényezők alapján felállítható azon indikátorok rendszere**, amelyek a NATÉR-be integrálhatók, és amelyek gyűjtésével a villamosenergia-ellátás területi éghajlati sérülékenységének adatokon alapuló vizsgálata lehetővé válik. Egyes indikátorokat kiegészítő jellegű indikátoroknak soroltunk be, amelyek a részletesebb elemzéshez javasoltak, de a sérülékenységvizsgálat ezek nélkül is elvégezhető.

**I-1. táblázat: A javasolt indikátorok<sup>1</sup>**

| Infrastrukturális elemek indikátorai             | Klimatikus elemek indikátorai                                                                | Egyéb természeti elemek indikátorai |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Tartóoszlop, kábelvezeték helye                  | Éves maximális szélsősebesség                                                                | Lejtőszög                           |
| Tartóoszlophoz tartozó vezetékszakaszok tájolása | 100 km/h-nál erősebb szelek iránya                                                           | Felszínborítás típusa               |
| Tartóoszlop tengerszint feletti magassága        | A 30 mm-t meghaladó csapadékú napok száma                                                    | Talajvíztükör szintje               |
| Kábelvezeték talajszint alatti mélysége          | Ónos esős napok száma                                                                        | Talajvíz összetétele                |
| Tartóoszlop szerkezeti típusa                    | Zúzmarás napok száma                                                                         | <i>Talaj teherbíró képessége</i>    |
| Tartóoszlop magassága                            | Azon napok száma, amikor a minimumhőmérséklet 0°C alatt, a maximumhőmérséklet 0°C felett van | Talaj folyási határa                |
| Tartóoszlop anyaga                               | <i>Forró napok száma</i>                                                                     |                                     |
| Tartóoszlop szerkezeti állapota (korrodáltsága)  | <i>Ariditási index</i>                                                                       |                                     |
| <i>Tartóoszlop alapozásának mélysége</i>         |                                                                                              |                                     |
| <i>Tartóoszlop alapozásának típusa</i>           |                                                                                              |                                     |
| <i>Tartóoszlop alapozásának korrodáltsága</i>    |                                                                                              |                                     |

**Az indikátorok gyűjtése és feldolgozása a hálózati szolgáltatók és az MBFSZ együttműködésén kell, hogy alapuljon.**

Az **infrastrukturális elemekre vonatkozó indikátorok** nagy része folyamatosan **rendelkezésre áll a szolgáltatóknál**. Egyedi, a szolgáltatók mérései a tartóoszlopok alapozásának korrodáltsága, a talajra és a talajvíz pH-jára vonatkozó indikátorok.

A **klimatikus indikátorok** közül három jelenleg is elérhető a NATÉR-ben, míg más indikátorokat a klímamodellek több éghajlati tényezőt magába foglaló futtatása alapján lehet megadni. Vannak azonban olyan alapvető jelentőségű indikátorok (csapadékfajták: zúzmara, ónos eső, hó), melyek előrejelzése valószínűleg nem lefolytatható.

<sup>1</sup> Dőlt betűvel a kiegészítő indikátorok láthatók

## II. BEVEZETŐ

A FICÉP Kft. 2019 tavaszán a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú „NATÉR továbbfejlesztése” projekt keretében megbízást kapott a **hazai villamosenergia-ellátórendszer éghajlati érzékenységének vizsgálatához mintamódszertan elkészítésére, valamint villamosenergia-ellátórendszer kihasználtságának és teljesítőképességének előrejelzésére**. A projekt keretében két, egymástól jól elkülöníthető részfeladat valósult meg:

1. a villamosenergia-ellátórendszer jövőbeni kihasználtságának és teljesítőképességének prognózisa, valamint
2. a hazai villamosenergia-ellátórendszer műszaki infrastruktúrájának kitettség- és érzékenységvizsgálata.

A két munkafázis esetében szakértőkkel folytatott interjúk<sup>2</sup> tapasztalataira, valamint a rendelkezésre álló szakirodalmak, prognózisok adataira, előrejelzéseire támaszkodtunk.



---

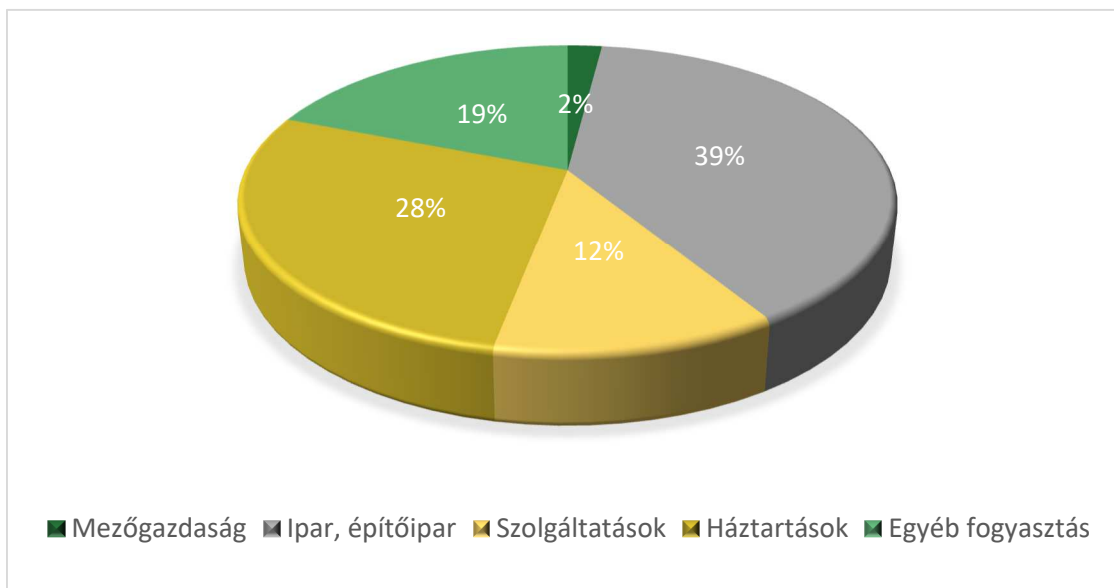
<sup>2</sup> A szakértői interjúkat a Magyar Villamos Rendszerirányító Zrt. vezérigazgató-helyettesével, Tihanyi Zoltánnal, illetve Hortobágyi Zsolttal, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi docensével folytattuk le.

### III. IGÉNYOLDALT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

#### III.1 A HAZAI VILLAMOSENERGIA-FOGYASZTÁS ALAKULÁSA

Magyarországon a legtöbb villamosenergiát az ipar, építőipar– ezen belül is elsősorban a feldolgozóipar (2017-ben a **teljes villamosenergia-felhasználás** 35%-át a feldolgozóipar tette ki)- , illetve a háztartások használják fel. A gazdasági válság előtt is hasonló trendek voltak jellemzőek, bár akkoriban mind az ipari szektor (40-42%), mind a háztartások (30-32%) némiképp nagyobb részarányt képviseltek - elsősorban az egyéb fogyasztások „kárára”.

**III-1. ábra: A villamosenergia-fogyasztás megoszlása gazdasági áganként 2017-ben, %**

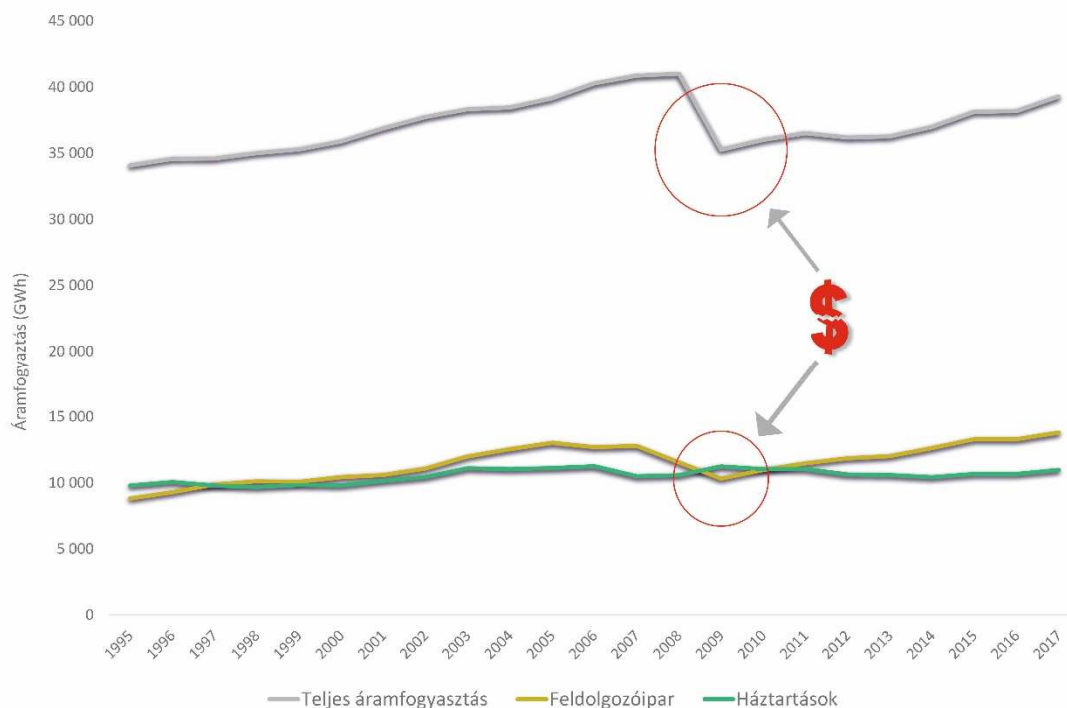


*Forrás: MAVIR, 2017 (p.72. alapján), saját szerkesztés*

A hazai villamosenergia-felhasználás hosszú idősoros adatait vizsgálva két, egymástól markánsan elkülönülő szakasz rajzolódik ki. Az 1995-2008-ig tartó időszakot az egyenletesen bővülő felhasználás jellemezte, az átlagos növekedés évente 1,4-1,5 %-ot tett ki. A növekedés a két legjelentősebb felhasználói szektorra, azaz a feldolgozóiparra és a háztartásokra is – noha némileg eltérő ütemben - jellemző volt. A feldolgozóipar fogyasztása a kilencvenes évek közepétől kezdődő gazdasági prosperitással vált intenzívebbé, míg a háztartások az ezredfordulót követően növelték áramfelhasználásukat.

2008 őszén a gazdasági válság hatására jelentős, 14%-os visszaesés következett be a hazai villamosenergia-fogyasztásban, amely a feldolgozóipart is érzékenyen érintette. Az ezt követő konszolidációra egyelőre a lassú növekedés jellemző.

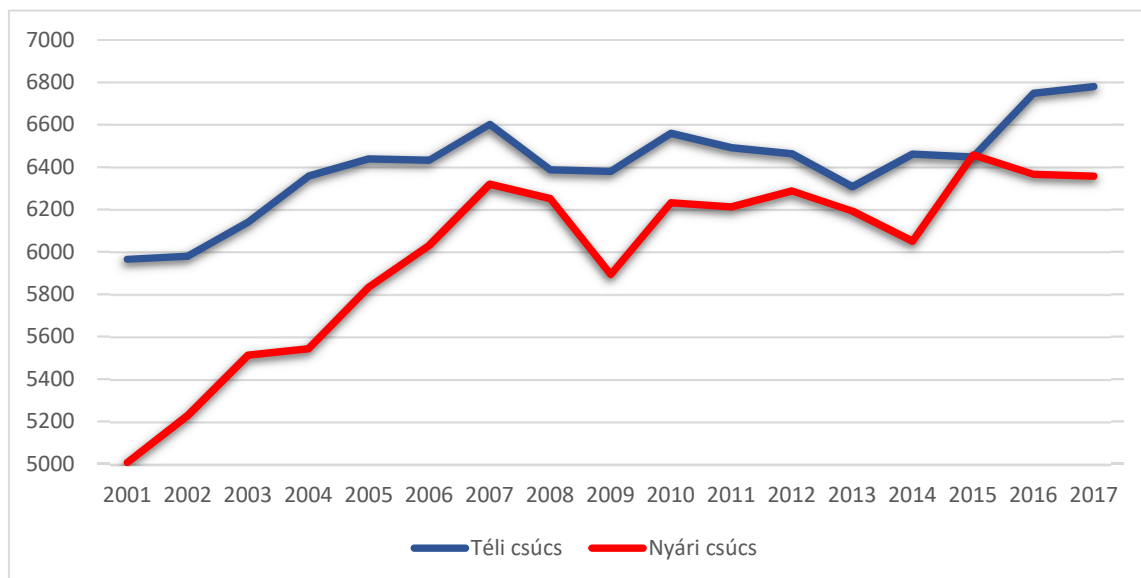
**III-2. ábra: A magyar villamosenergia-rendszer főbb adatai 1995-2017 között, GWh**



Forrás: MAVIR, 2017

A téli és nyári **csúcsterheléseket** vizsgálva szintén kirajzolódik egy válság előtti és egy válság utáni időszak. A 2008 előtti időszakra jellemző dinamikus növekedés 2009 után már nem folytatódott. Az elmúlt években a téli csúcsterhelések alakulását stagnálás, majd 2015 óta dinamikus növekedés jellemezte, míg a nyári csúcsfogyasztást nagy volatilitás határozta meg.

**III-3. ábra: A téli és nyári csúcsterhelések alakulása 2001-2017 között, GW**

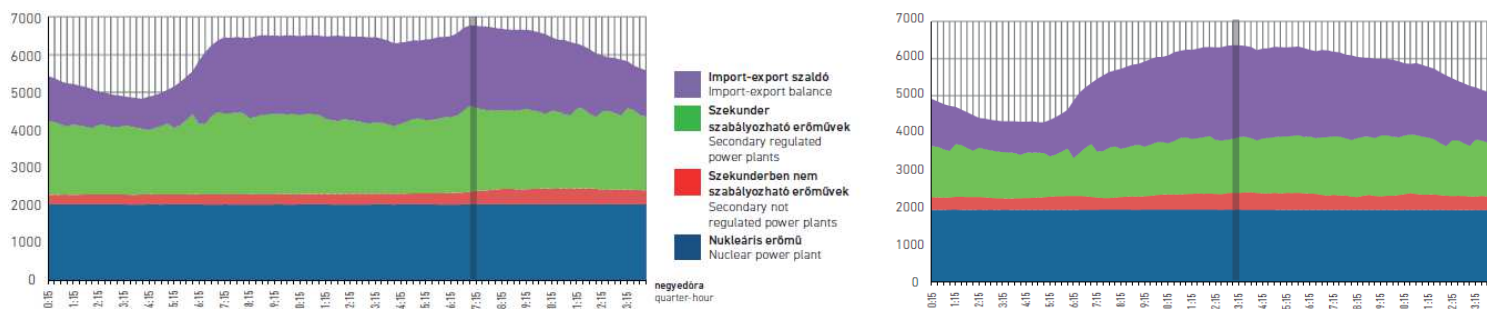


Forrás: A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2017. évi adatai, 2017.

A nyári csúcsterhelés napját az elmúlt években kiugróan magas napi középhőmérsékletek jellemezték. A MAVIR 2017-es fogyasztói igények előrejelzése alapján a 2016-os nyári csúcsfogyasztás alkalmával 28,3°C volt a napi középhőmérséklet, sőt a megelőző napon szintén meghaladta a 27°C értéket. A nyári csúcsfogyasztás tehát az épületek megnövekedett hűtési igényeivel magyarázhatók. (Az előző napi hőmérsékletnek az épületek hőtehetetlensége miatt van jelentősége.) A téli csúcsterhelést a fűtési szükséglet magyarázza, amely nem a közvetlen fűtési célú áramfelhasználásból, hanem a fűtési rendszerek működtetéséhez szükséges villamosenergia-igénnyel függenek össze.

Mivel nyáron a nappali időszak jóval hosszabb, a hűtési energiaigények a déli órákban a legnagyobbak. A grafikonon ábrázolt nyári csúcsterhelési napon a napi csúcst 13:15 órakor regisztrálták, a téli csúcsterhelés időpontja a késő délutáni órákra (17:15) esett. A nyári csúcs tekintetében ugyanakkor a délután – koraeste irányába lassú eltolódás figyelhető meg. Ennek oka a megújuló energiák, elsősorban a napelemek elterjedése, amely napsütéses időben biztosítja a lakások – elsősorban hűtési célú – energiaszükségletét, így a villamosenergia-rendszert ért terhelések egyre későbbi időpontban csúcsosodnak ki.

**III-4. ábra: Napi bruttó terhelési görbe télen (balra) (téli csúcs: 2017. január 11.) és nyáron (nyári csúcs: 2017. június 28.), MW**



Forrás: A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2017. évi adatai (p.27)

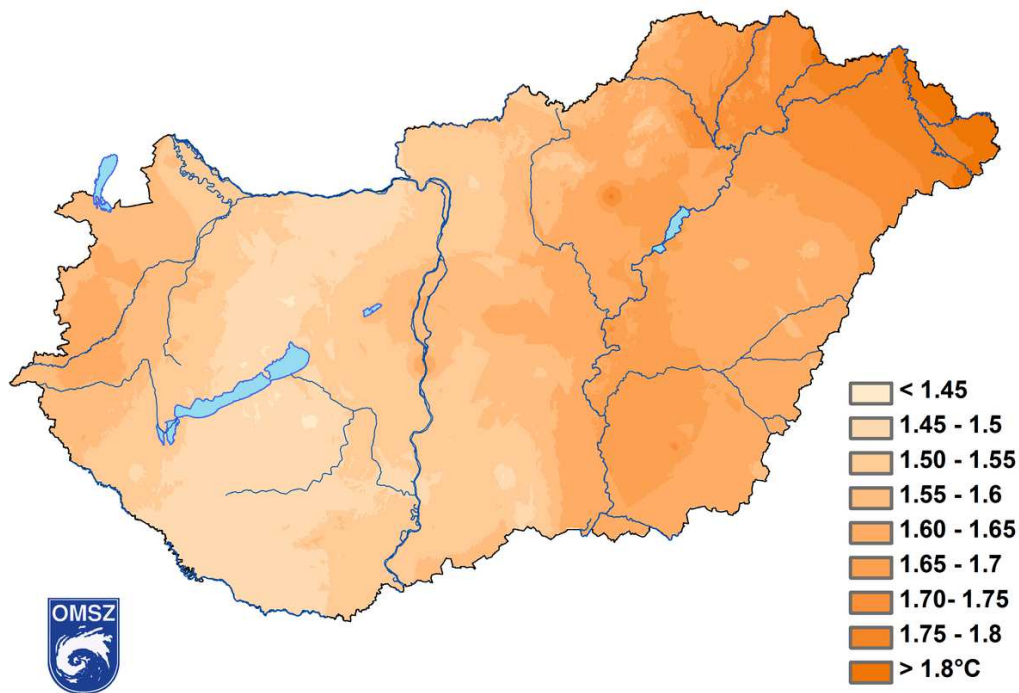
**Megállapítható tehát, hogy a válság óta folyamatosan nő a villamosenergia-felhasználás, amely elsősorban a feldolgozóiparnak, másodsorban pedig a háztartások energiaigényének köszönhető. Ez a növekedés nem csupán az éves energiafelhasználásban, hanem a csúcsterhelések alakulásában is nyomon követhető.**

## III.2 A VILLAMOSENERGIA-FOGYASZTÁST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

### III.2.1 Klímaváltozás és annak hatásai

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adatai alapján Magyarország **éves középhőmérséklete** a globális tendenciákkal összhangban alakul és az ismert klímamodellek alapján a felmelegedés a jövőben is folytatódni fog.

**III-5. ábra: Az éves középhőmérsékletek változásának területi eloszlása 1981–2016 között**



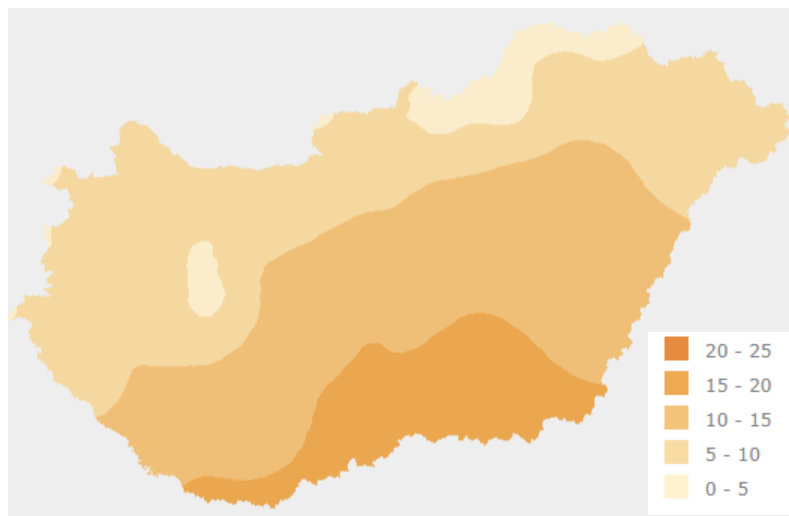
Forrás: met.hu ([https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt\\_valtozasok/Magyarorszag/](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarorszag/))

A melegedési tendenciát leginkább a nyári középhőmérsékletek tükrözik. Noha az utóbbi évtizedben is előfordult egy-egy hűvösebb nyár, a legutóbbi 36 évben csaknem két fokot emelkedett a nyári középhőmérséklet. (OMSZ)

Nemcsak maguk a hőmérsékleti értékek, hanem a **szélsőértékek intenzitásában**, gyakoriságában megmutatkozó tendenciák is a változó éghajlat jelei. A fagyos napok (napi minimumhőmérséklet < 0°C) számának csökkenése és a hőségnapok (napi maximumhőmérséklet ≥ 30°C) számának növekedése egyaránt a melegedő tendenciát jelzi. (OMSZ)

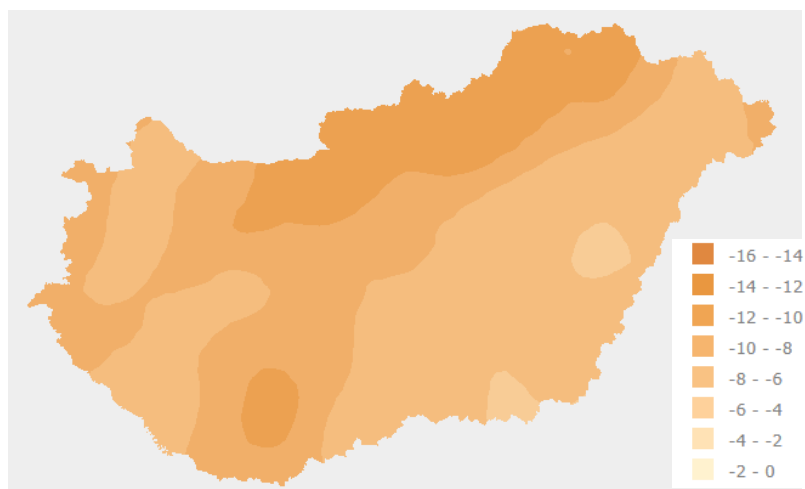
A hűvösebb és a melegebb periódusok a szélsőség-indexek értékeiben is megnyilvánulnak, de a nyolcvanas évektől szembetűnő az extrém meleg időjárási helyzetek gyakoribbá válása. A szélsőséges hőmérsékletekben bekövetkezett változásokat jellemző trendértékek arra utalnak, hogy a klíma megváltozása a meleg hőmérsékletekkel kapcsolatos szélsőségek egyértelmű növekedésével és a hideg hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek csökkenésével járnak. (OMSZ)

**III-6. ábra: A forró napok számának várható változása a 2021–2050 időszakra az ALADIN-Climate klímamodell alapján (napok száma)**



Forrás: <https://map.mbfisz.gov.hu/nater/>

**III-7. ábra: A tavaszi fagyos napok számának várható változása a 2021–2050 időszakra az ALADIN-Climate klímamodell alapján (napok száma)**



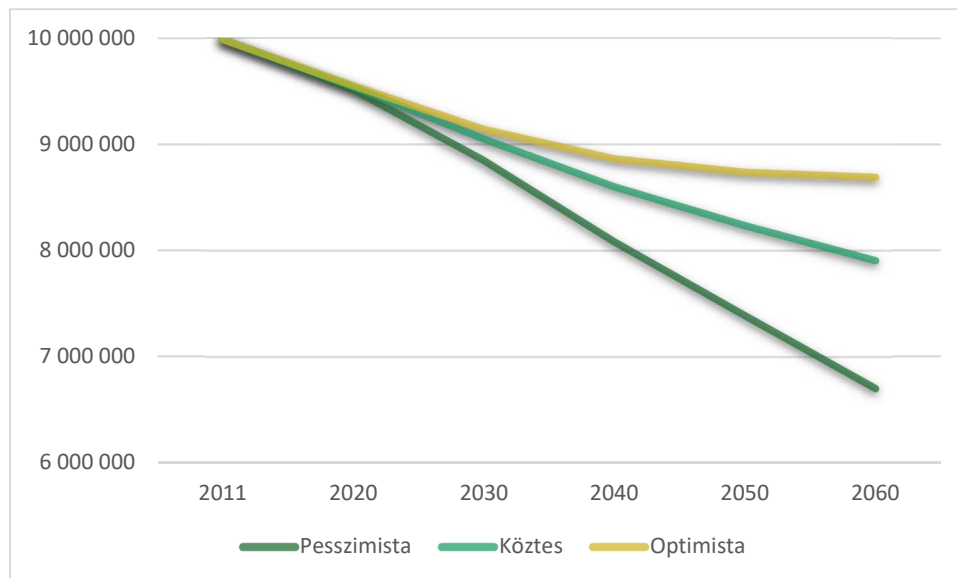
Forrás: <https://map.mbfisz.gov.hu/nater/>

*Magyarországon a globális felmelegedés nem csupán az éves középhőmérsékleti értékek növekedésében érhető tetten, hanem fagyos napok számának csökkenését és a hőségnapok számának növekedését is eredményezik. Az ismert klímamodellek szerint ezek a folyamatok a jövőben is folytatódni fognak, azaz a villamosenergia-felhasználás – különösen a nyári időszakban – további növekedésével kell számolni.*

### III.2.2 Társadalmi-demográfiai trendek

**Magyarország népességszáma** évtizedek óta csökkenő tendenciát mutat, amely az előreszámítások és demográfiai folyamatok tendenciáit figyelembe véve a következő évtizedekben is folytatódni fog. A Központi Statisztikai Hivatal Népeségtudományi Kutatóintézete által 2015-ben készített prognózis szerint (Földházi, 2015) 2060-ra a legoptimistább hipotézis szerint is 8,6 millió főre csökken az ország népességszáma, a legpesszimistább előrejelzés szerint azonban 6,6 millió fő lesz ekkor Magyarország lakossága, de a köztes számítás szerint sem fogja elérni a 8 millió főt.

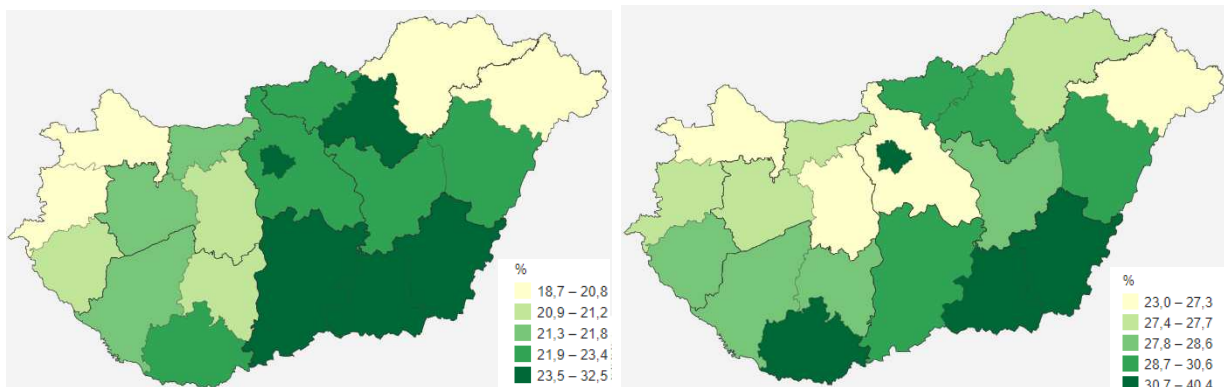
**III-8. ábra: Magyarország népességszámának alakulása a különböző forgatókönyvek szerint, fő**



Forrás: Földházi, 2015

A népességfogyás mellett, illetve annak következményeként a lakosság elöregedése várható. Már jelenleg is a népesség csaknem egyötöde betöltötte a 65. életévét. A számítások szerint a legalább 65 évesek aránya megközelíti majd az egyharmadot, és számuk két és félszerese lesz a 0–14 évesek létszámának. A népesség elöregedése egyben az egyszemélyes **háztartások** emelkedését fogja eredményezni, amelyhez hozzáadódik a fiatalok életstílusának megváltozása is, mivel az egy- és kétszemélyes háztartások aránya egyre növekvő tendenciát mutat a fiatalok körében.

**III-9. ábra: Egyedülálló aránya az összes háztartásban 1990-ben (bal) és 2016-ban (jobb), %**

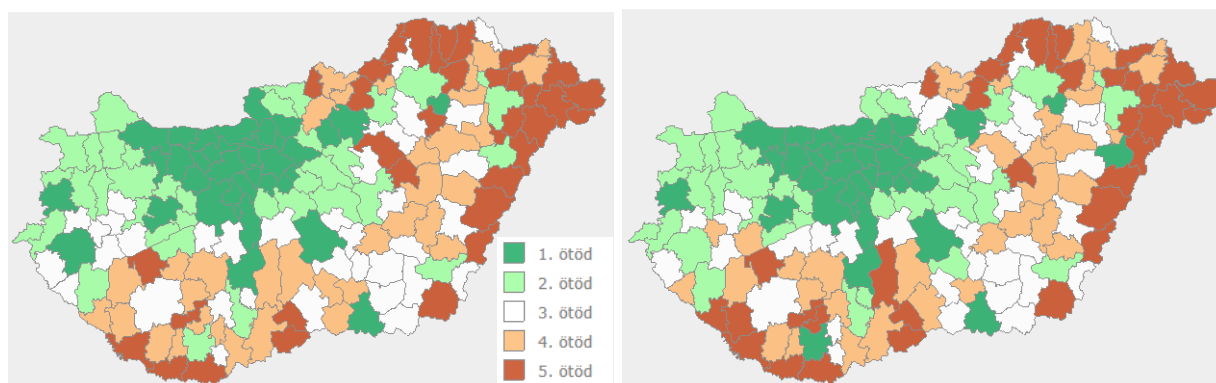


Forrás: <http://www.ksh.hu/mikrocenzus2016/docs/teruleti/index.html#/map>

A KSH 2018-ban publikált tanulmánya<sup>3</sup> azt is megállapította, hogy az egyszemélyes háztartások, azaz az egyedülállók gyakorisága a település méretével párhuzamosan emelkedett: a községekben 25, a városokban 32, míg a fővárosban 40% volt.

A társadalom vertikális átrétegződése mellett számolni kell egy **térbeli átrendeződési folyamattal** is, amelyben a területi egyenlőtlenségek növekedése játssza a főszerepet (Czirfusz-Pósfai-Pósfai, 2018). Az elmúlt években, évtizedekben a gazdaság területi folyamatainak koncentrációja miatt ugyanis a területi egyenlőtlenségek növekedése figyelhető meg, amelynek eredményeként az ország egyes területein urbanizált, magas társadalmi státuszú lakosság koncentrációja jellemző, míg más területeken a lakhatási szegénység területei alakultak ki. Ezt a folyamatot az országon belüli vándorlás is felerősíti, mivel a társadalmi egyenlőtlenségek eredményeként a tehetősebb lakosság a szegényebb területekről elköltözik a gazdaságilag prosperáló területekre. Az olló így még tovább nyílik, hiszen a szegény területeken tovább növekszik a beragadt, költözésre tőke hiányában nem képes, szegény társadalmi státuszú rétegek aránya. Az ország prosperáló területei várhatóan a jövőben is a főváros és agglomerációja, a megyei jogú városok és azok környéke, a Balaton térsége és Északnyugat-Magyarország lesznek. A szegény, beragadt területek az Alföldre, különösen Békés és Csongrád megyére, Bács-Kiskun és Jász-Nagykun-Szolnok megye déli részére, valamint Szabolcs-Szatmár-Bereg, Borsod-Abaúj-Zemplén és Nógrád megyére, illetve a Dél-Dunántúlon Somogy és Baranya megyére lesznek jellemzőek, amelyet a deprivációs index is alátámaszt.

**III-10. ábra: Deprivációs index járási szinten 2031- ben és 2051-ben**



Forrás: <https://map.mbfisz.gov.hu/nater/>

**A különböző kutatások által prognosztizált csökkenő népességszám a villamosenergiafogyasztás lakossági keresletének csökkenését vetíti előre. Ezt a folyamatot némileg képes lesz ellensúlyozni az egyszemélyes háztartások növekvő száma. Fel kell készülni ugyanakkor arra is, hogy a területi egyenlőtlenségek a villamosenergia-fogyasztás egyenlőtlenségeit fogja eredményezni: egyes területeken túlfogyasztás, míg más területeken kihasználatlan kapacitások keletkeznek, amely az országos hálózat különböző leterheltségét fogja jelenteni az ország különböző részein.**

<sup>3</sup> Mikrocenzus 2016: A háztartások és a családok adatai: [https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mikrocenzus2016/mikrocenzus\\_2016\\_6.pdf](https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mikrocenzus2016/mikrocenzus_2016_6.pdf)

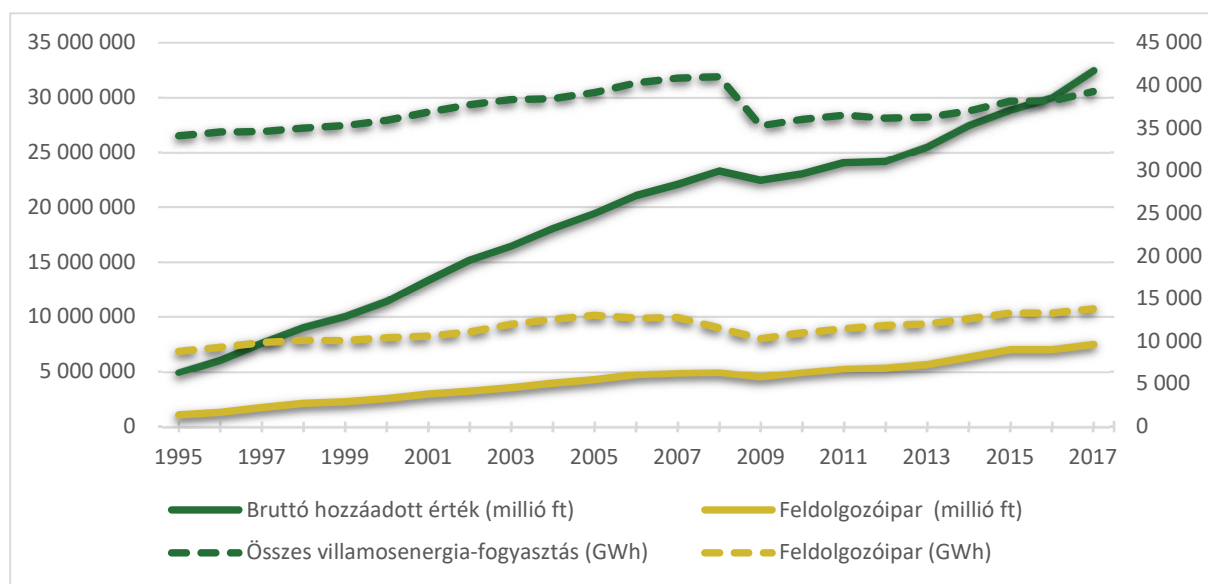
### III.2.3 Gazdasági trendek

Magyarország **gazdasági szerkezetére** a szolgáltatások és az ipar dominanciája jellemző. Az elmúlt közel 10 évre visszatekintve folyamatos volt az ipari termelés szerkezetének az átalakulása. Az ipari termelés ágazati összetételében folyamatosan nőtt a feldolgozóipar, ezen belül is a gépipar aránya, amely az ipari termelés majdnem felét adja. Jelentősen változott ugyanakkor a gépipari termelés belső szerkezete is. A legnagyobb részarányt a járműgyártás képviseli, amelyet a gép, gépi berendezések gyártása követ. Az utóbbi években a számítógép, elektronikai, optikai termékek gyártása, illetve a villamos berendezések gyártása veszített jelentőségéből. A vegyipari álagak, ill. az élelmiszer, ital, dohánytermék gyártása, iparon belüli súlya évek óta csökkenő-stagnáló tendenciát mutat (Helyzetkép az iparról, 2017).

Az elmúlt években fokozatosan növekedett Magyarország bruttó hazai terméke (GDP). A növekedéshez elsősorban a feldolgozóipar, az építőipar és a piaci alapú szolgáltatások bővülő teljesítménye járult hozzá. Az ipar teljesítménye Magyarország bruttó hozzáadott értékéből 2017-ben 25,6%-kal részesedett, ezen belül a feldolgozóipar 23,5, az energiaipar 1,9 és a bányászat 0,2%-kal járult hozzá. Az építőipar bruttó hozzáadott értéke – a 2016. évi jelentős visszaesés után – 2017-ben összehasonlításon alapuló számítva 31,6%-kal nőtt (Helyzetkép az építőiparról, 2017). A különböző kutatóintézetek által készített előrejelzések és a modellezések alapján azt lehet mondani, hogy ez a szerkezet lényegesen nem fog átalakulni és a jövőben is hasonló növekedési tendenciák várhatók (Baranyai 2015).

Ha a gazdasági növekedést és a villamosenergia-felhasználást összevetjük, megállapítható, hogy közöttük lineáris kapcsolat van.

**III-11. ábra: Az összes bruttó hozzáadott érték, illetve ebből a feldolgozóipar részesedése (millió ft), valamint a villamosenergia-fogyasztás (GWh) alakulása**



Forrás: KSH, MAVIR

A különböző gazdaságkutatói tanulmányok a **GDP** tekintetében is készítettek előrejelzéseket, amelyek növekedési idősorai közép- és hosszú távon 2% körüli éves reál GDP növekedési ütemet prognosztizálnak, az egyes változatoknak megfelelően kisebb eltérésekkel (MAVIR 2017). Az IMF World Economic Outlook Database előrejelzése 2023-ig tekint előre, míg középtávú előrejelzésként az Európai Bizottság 2015. évi forgatókönyvei (*Fiscal Sustainability Report 2015*) a hazai 2020-as évek közepéig potenciálisan elérhető GDP növekedési rátákat is tartalmazzák. A 2018–2020 közötti

időszakra várt növekedési ütem az utóbbi esetben alacsonyabb, viszont a 2020-as évek prognózisa már összhangban van az IMF várakozásaival.

**III-1. táblázat: A magyarországi GDP várható növekedése 2018-2026 között**

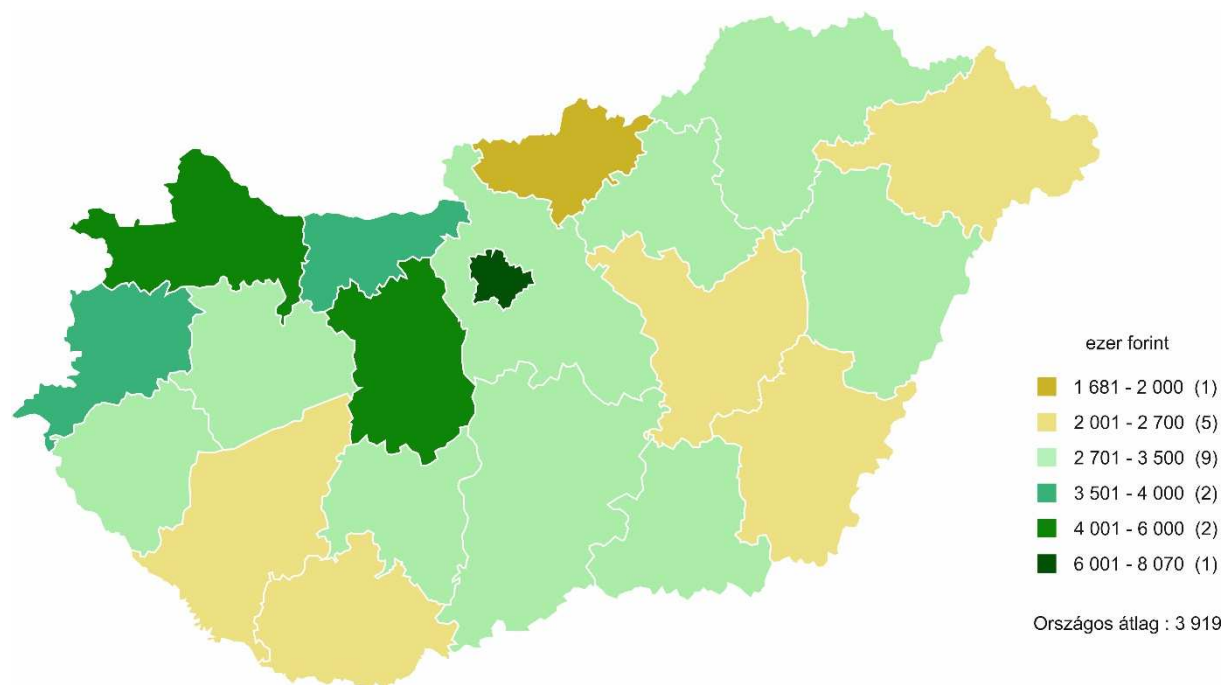
| Évek | Rövid és középtávú reál GDP változási előrejelzés (IMF, 2018. április) | Középtávú potenciálisan elérhető GDP növekedés (Európai Bizottság, 2015) |
|------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 2018 | 3,8%                                                                   | 1,9%                                                                     |
| 2019 | 3,0%                                                                   | 1,7%                                                                     |
| 2020 | 2,6%                                                                   | 1,8%                                                                     |
| 2021 | 2,4%                                                                   | 2,1%                                                                     |
| 2022 | 2,2%                                                                   | 2,2%                                                                     |
| 2023 | 2,2%                                                                   | 2,2%                                                                     |
| 2024 |                                                                        | 2,1%                                                                     |
| 2025 |                                                                        | 2,1%                                                                     |
| 2026 |                                                                        | 2,1%                                                                     |

*Forrás: MAVIR, 2018 (Fogyasztáselemzés)*

A fentiek tükrében elfogadható a 2% körüli növekedési várakozás a 2020-as évekre, valamint az a feltételezés, hogy fokozatosan lassul a növekedés üteme a következő másfél évtized távlatában.

A gazdaság ágazati és makrogazdasági mutatói mellett egy fontos szegmense a gazdaság térszerkezete is, amely a villamosenergiafelhasználás területi különbségeiben, ill. annak változásában szerepet játszhat.

**III-12. ábra: Egy lakosra jut bruttó hazai termék 2017-ben**



*Forrás: <http://www.ksh.hu/interaktiv/terkepek/mo/gdp.html>*

Az országban a rendszerváltozást követően kiéleződtek a térségi különbségek, markáns új regionális tagozódási rend alakult ki (Nemes Nagy 1998). Ebben a térszerkezetben a főváros és nagyvárosok játsszák a főszerepet. A főváros minden gazdasági mutatóban messze kiemelkedik az országból.

Budapesten a megtermelt GDP egy lakosra jutó értéke lényegesen magasabb az országos átlagnál, és a főváros túlsúlya évről-évre folyamatosan nő. Budapest mellett ugyanakkor, ha kisebb jelentőséggel is, de kiemelkednek az ország szövetéből a megyei jogú városok és a gazdasági központok.

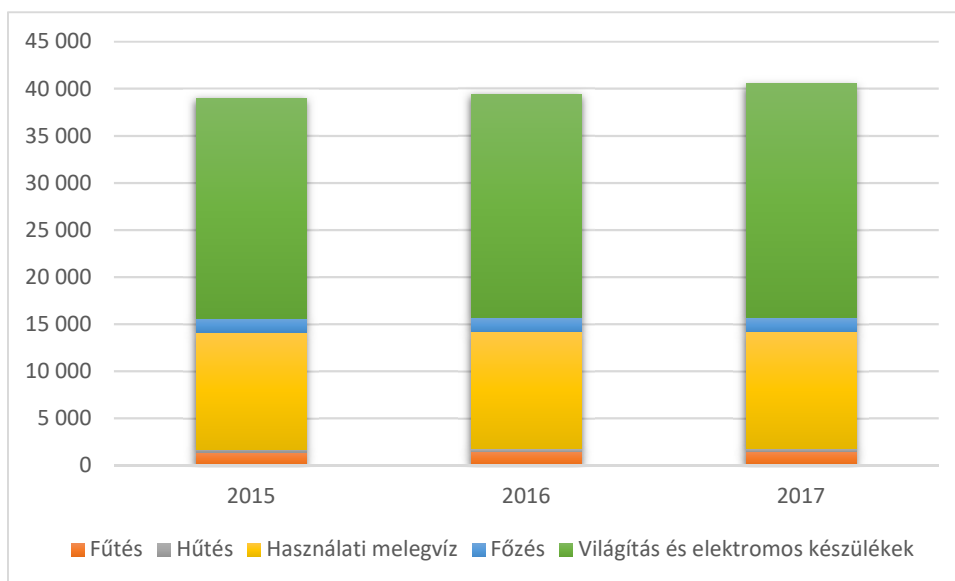
Budapest dominanciáján túl kialakult egy erőteljes nyugat-kelet megosztottság is az országban. Az egy lakosra jutó GDP esetében a KSH adatai szerint 2017-ben csak Budapest (8 070 ezer Ft), Fejér (4 019 ezer Ft) és Győr-Moson-Sopron (5 044 ezer Ft) megye éri el az országos átlagot (3 919 ezer Ft), Komárom-Esztergom megye pedig megközelítette azt (3 880 ezer Ft). Ugyanakkor a keleti országrészben Nógrád (1 681 ezer Ft), Szabolcs-Szatmár-Bereg (2 166 ezer Ft), valamint Békés megye (2 333 ezer Ft) az országos átlag kétharmadát sem éri el.

2017-ben a **háztartások jövedelmi helyzete** javult, mind színvonala, mind szerkezete pozitív irányban változott. Az egy főre jutó éves átlagos nettó jövedelem a KSH adatai alapján 1 300 ezer forintot tett ki, 8,4%-kal többet a 2016. évinél.

A KSH jelentése szerint az energiakiadásokat és a háztartások energiafogyasztásának alakulását több tényező befolyásolja, amelyek közül a hazai folyamatokra a leginkább az energiapolitikai intézkedések, a lakásépítések, illetve a lakáskorszerűsítések hatottak. Az elmúlt hat évben a fogyasztási szerkezetben jelentős változások történtek: mind az elektromos energia, mind a vezetékes gáz részaránya csökkent a háztartási energiakiadásokban. (Az energiaszegénység mérésére alkalmas módszertani leírást az 2sz. melléklet: Az energiaszegénységi mutató tartalmazza.)

A lakossági villamosenergia-felhasználás legnagyobb szegmensét a világítás és az elektromos készülékek üzemeltetése tette ki, de a használati melegvízre fordított áramfogyasztás is jelentős.

**III-13. ábra: A háztartások végső villamosenergia-felhasználása Magyarországon felhasználási célok szerint, terajoule**



Forrás: MEKH, 2019

**A 2008-as gazdasági válság során is bebizonyosodott, hogy a GDP változása és a villamosenergia-felhasználás egymással szoros, lineáris kapcsolatban áll. Ennek ismeretében tehát a következő évtized közepéig prognosztizált GDP-növekedés az áramigényt is pozitívan fogja befolyásolni. Mivel a gazdasági szerkezetben nem várható jelentős mértékű átalakulás, ezért az áramfelhasználás tekintetében nem strukturális, hanem területi átrendeződéssel, a meglévő területi különbségek kiéleződésével kell számolni. A háztartási villamosenergia-felhasználás elsősorban a jövedelmi helyzettől függ, de a 10 évvel ezelőtti válság tapasztalatai azt mutatják, hogy a háztartások kevésbé érzékenyen reagálnak a recesszióra.**

### III.2.4 Energiaárak

A Regionális Energiagazdálkodási Kutatóközpont (REKK) 2019-ben részletes elemzést készített a hazai nagykereskedelmi villamosenergia-piacról. A tanulmány három energiapiaci modell segítségével hat különböző erőművi forgatókönyv mellett 2030-ig szimulálta a hazai nagykereskedelmi árampiac főbb változásait. Az egyes scenáriók esetében vizsgálták a nagykereskedelmi árak alakulását, a megújulótámogatási igényeket, illetve ezekkel összefüggésben a nagykereskedelmi villamosenergia-árakat.

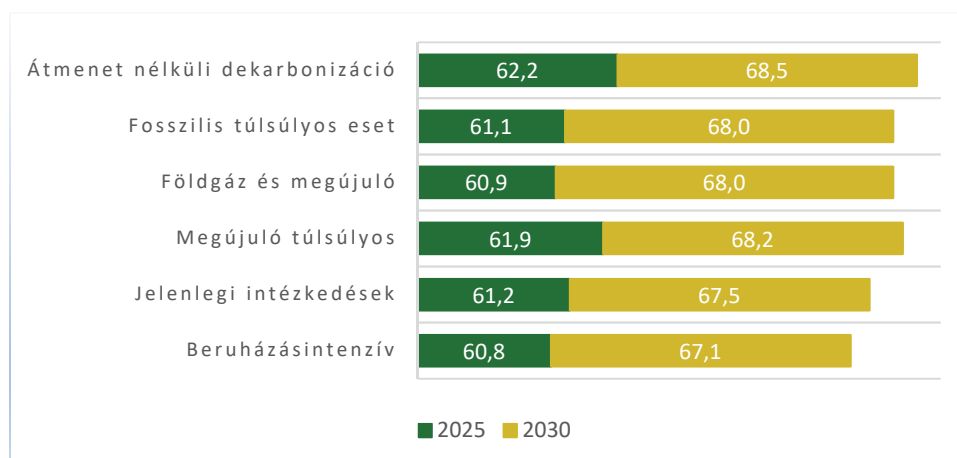
A vizsgálatban szereplő hat forgatókönyv között az elemzés készítői egyiket sem tekintették referenciascenáriónak. Fontos kiemelni, hogy az ismertetett esetekben az erőművi beépített kapacitást nem pusztán exogén, azaz előre meghatározott módon vették figyelembe, hanem az részben már a modellezési eredményt is magában foglalta. (REKK, p. 146). Szintén lényeges, hogy Paks esetében a régi blokkokat minden forgatókönyv esetében 2032-2036 között folyamatosan állítják le, tehát 2030-ra még számoltak a régi atomkapacitásokkal. (Az egyes forgatókönyvek legfontosabb jellemzőit a 3. sz. melléklet: A REKK 2019-es tanulmányában alkalmazott forgatókönyvek összefoglalójafoglalja össze.)

A forgatókönyvek alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

- Az **Átmenet nélküli dekarbonizációs forgatókönyv** esetében 2030-ra a fosszilis erőforrásokat szinte teljesen kivezetik a hazai erőművi termelésből. Bár igen jelentős a nap-és szélerőművi beépített kapacitás, a modellezési eredmények alapján 2030-ban a megújuló arány az árampiacon 26,4%-ot tesz ki.
- A **Fosszilis túlsúlyos forgatókönyvnél** a megújulóenergia-forrás alapú áramtermelés igen alacsony szintet képvisel: 2030-ban 16%-ot, 2035-ben is mindössze 20%-ot.
- A **Földgáz és megújuló forgatókönyvben** az elmaradt Paks II. beruházást, valamint a lignites termelés megszűnését részben megújulókkal, részben pedig földgáztüzelésű erőművekkel pótolják. A magas megújuló penetráció eredményeképpen már 2030-ra is meghaladja a 26%-ot, míg 2035-re már 33,5%-os lesz a zöld termelés aránya a fogyasztáshoz viszonyítva.
- A **Megújuló túlsúlyos** forgatókönyv esetében 2030-ra a fotovoltaiikus és a szélerőmű kapacitások 15,2%, illetve 11,2%-át adják a hazai fogyasztásnak,. Mindez kiegészülve a többi megújuló energiaforrás termelésével, 2030-ban már 35%-ot is meghaladja a zöldenergia részaránya a villamosenergia-szektorban, míg 2035-re ez az arány 46%-ra növekszik.
- A **Jelenlegi intézkedések forgatókönyvnél** a megújuló arány 2030-ban majdnem 20%-os, amely a viszonylag szerény szélerőművi és a többi forgatókönyvhöz képest kisebb biomassa-termelésnek köszönhető.
- A **Beruházásintenzív forgatókönyv** esetében a PV-k elterjedése, és a földgázos erőművek is igen markáns szerephez jutnak a hazai kapacitásmixben.

Az említett tanulmányban az ún. EEMM modell segítségével 2025-re és 2030-ra szimulálták a nagykereskedelmi árak alakulását is. A vizsgálat kimutatta, hogy a hazai nagykereskedelmi villamosenergia-ár a növekvő szén-dioxid, illetve földgázáraknak köszönhetően 2030-ra 70€/MWh körüli szintre fog emelkedni.

**III-14. ábra: A nagykereskedelmi villamosenergia ára 2025-ben és 2030-ban, €/MWh**



Forrás: REKK, p. 166.

Az előzőekben bemutatott forgatókönyvek tekintetében ugyanakkor nincs jelentős különbség a nagykereskedelmi villamosenergia-árakban. Ennek oka, hogy az órák döntő részében az ármeghatározó marginális erőmű minden forgatókönyv esetén a gáztüzelésű blokk lesz.

Az elemzők azt is megvizsgálták, hogy az egyes forgatókönyvek esetében mekkora a megújulóenergia-források által termelt villamosenergia támogatási igénye. (Az összeget minden esetben a teljes fogyasztásra vetítették, hogy az egyes forgatókönyveket össze lehessen hasonlítani.) A kutatás megállapította, hogy „a fajlagos támogatás mértéke 2020 és 2030 között csak kismértékben változik, amely két ellentétes hatás eredőjeként áll elő. Egyrészt az összes forgatókönyvben jelentős a megújulóenergia-források által termelt villamosenergia-termelés növekedése, ugyanakkor a növekvő nagykereskedelmi ár, a csökkenő LCOE értékek és a növekvő villamosenergia-fogyasztás részben ellensúlyozza ezt a hatást.”

**III-15. ábra: Nagykereskedelmi ár és a megújuló támogatás fajlagos mértéke a vizsgált forgatókönyvekben, €/MWh**



Forrás: REKK, p. vi.

A végfelhasználói árak szempontjából meghatározóbb a megújuló támogatás formája és a költségek fogyasztói csoportok közötti allokálásának módja, mint a maga a választott erőművi forgatókönyv, és az abban kiépítendő megújuló kapacitások nagysága. Ha a nagykereskedelmi árat és a kiskereskedelmi ár fajlagos megújuló támogatási komponensét összeadjuk, akkor a legolcsóbb és a legdrágább forgatókönyv közötti különbség 2030-ban 3,6€/MWh hatékony támogatás esetén, és 6,2€/MWh magas átvételi árat feltételezve. Ez utóbbi nagyságrendileg 8%-os eltérésnek felel meg.

**Az energiaárak tekintetében a növekvő nagykereskedelmi árak önmagukban nem fogják a villamosenergia-fogyasztás csökkenését eredményezni.**

### III.2.5 Műszaki-technológiai változások

A KSH 2018 novemberében publikált elemzése alapján<sup>4</sup> a háztartások tulajdonában lévő tartós fogyasztási cikkek állománya az utóbbi évtizedekben jelentősen bővült, egyes alapvető cikkek esetében megközelíti a teljes ellátottságot. Az infokommunikációs és szórakoztató elektronikai eszközök szélesedő termékpalettájáról folyamatosan változik és bővül a háztartásokban fellelhető cikkek köre.

**III-16. ábra: A főbb elektromos berendezések előfordulásának gyakorisága a háztartásokban, 2018. I. félév**



Forrás, KSH, 2018

Az elektromos háztartási berendezések közül a televízióval, mosógéppel és mobiltelefonnal való ellátottságot tekinthetjük közel teljesnek, ezen eszközök esetében leginkább strukturális változások tapasztalhatók (pl. a képcsöves TV-készülékek aránya csökkenő, míg a plazma-, LED- és LCD-televízióké növekvő tendenciát mutat.) Az asztali számítógépek és laptopok szintén igen elterjedtek, ezzel szemben a netbookok és tabletek kevésbé voltak népszerűek 2018. I. félévében.

Az **elektromos háztartási eszközök terjedésével** párhuzamosan növekedni fognak a háztartások villamosenergia-szükségei.

A hűtők és a mosógépek számában nem várható jelentős növekedés. A mosogatógépek száma a magyar háztartásokban viszont még mindig az európai átlag alatt van, itt tehát jelentős növekedés prognosztizálható a következő években. Az elektromos tűzhelyek, sütők esetében szintén növekedéssel számolhatunk, hiszen az újonnan épített konyhákban már ezek jellemzők. Fontos szempont lehet az is, hogy a modern, indukciós főzőlapok az eddigieknél sokkal jobb hatásfokúak.

Villanybojlerek esetében az intelligens energiafelhasználás szempontjai az éjszakai áramról működő bojlerek szélesebb körű elterjedését kívánják a nappali áramról működő bojlerek kárára. Figyelembe kell venni azt is, hogy a hőszivattyúk alkalmasak használati melegvíz előállítására is, így azok elterjedése esetén a villanybojlerek szerepe némileg csökkenhet. A hőszivattyúk mellett a kiegészítő elektromos fűtés kismértékű növekedésére is számíthatunk, mert a korszerű elektromos fűtőpanelek, fűtőtestek kedvező tulajdonságokkal rendelkeznek, és nagyon egyszerű megoldást jelentenek.

Magyarországon a légkondicionálók elterjedtsége európai viszonylatban alacsonynak számít, de évről évre dinamikus növekedést mutat.

A külföldi irodalom szerint a következő években a szórakoztató elektronikai eszközök térhódítása lesz a legjelentősebb, amit alátámaszt a tény, hogy az információ- és kommunikáció-technológia világszerte az egyik leggyorsabban növekvő végfelhasználói csoport. Ezzel párhuzamosan set-top-boxok, modemek, routerek és tápegységek sora lepte el a háztartásokat, amelyek – általában – a nap 24 órájában működnek.

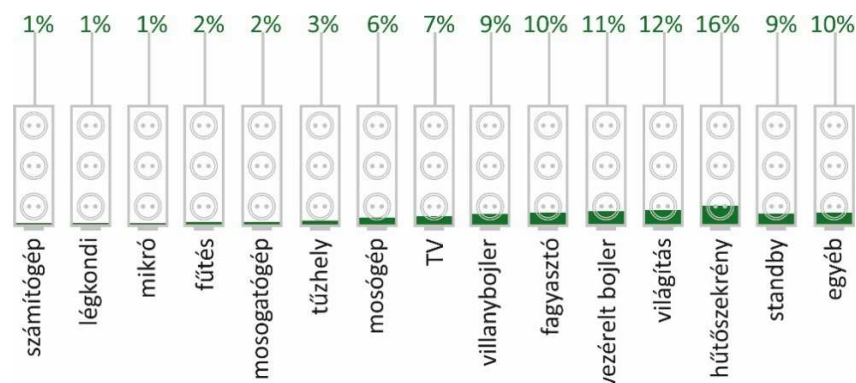
<sup>4</sup> <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/haztfogy/haztfogy1806.pdf>

Az elektromos autók megjelenésével hosszabb távon egy új nagyfogyasztói csoportra számíthatunk. Növekvő népszerűségük ellenére a tölthető autók még mindig csak az összes európai autó 2 százalékát teszik ki, és az egyes országokon belül sem túl jelentős az arányuk. Norvégián (37 százalék) és Izlandon (13,5 százalék) kívül mindenhol 5 százalék alatt van az elektromos autók aránya – az egyébként gyors növekedést produkáló Németországban például még 2 százaléknál is kisebb, ami alig több Magyarország körülbelül 1,5 százalékánál. (qubit.hu, 2017) Az ELMŰ számításai szerint egy elektromos autó évi 1750 kWh-val növelheti a háztartás fogyasztását. Ez azt jelenti, hogy egy átlagos magyar háztartás éves fogyasztása majdnem a duplájára nő az akkumulátor töltése által. Az ELMŰ stratégiai becslései szerint 2023-ra Magyarországon 21 000 elektromos autó lehet forgalomban. Ez – átlagos használat mellett – körülbelül 36 GWh éves energiaigényt jelentene, amely ugyanakkor még mindig nagyon alacsony a háztartási szektor fogyasztásához mérten.

A háztartások áramigényét az utóbbi években ugyanakkor nem csak a mennyiségi tényezők, hanem **minőségi változások** is jelentősen befolyásolták: magyar háztartások villamosenergia-fogyasztásában is jelentős csökkenést eredményezhetnek azok az európai energiahatékonysági célok, amelyeket az Unió az Energiahatékonysági Irányelven keresztül kíván megvalósítani.

A magyarországi háztartási szektor villamosenergia-fogyasztásának megoszlását a mellékelt ábra szemlélteti.

**III-17. ábra: Az elektromos háztartási eszközök fogyasztásának megoszlása**



Forrás: Villanszerelők Lapja, 2015. november

Látható, hogy a legfőbb fogyasztók a modellben a hűtők (16%), a világítás (12%), a villanybojlerek (9%), az éjszakai áramról működő villanybojlerek (11%) és a fagyasztók (10%). A készenléti (standby) kategória (9%) az összes berendezés készenléti üzemmódban történő fogyasztását tartalmazza.

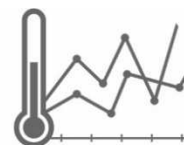
Magyarországon a nagyháztartási berendezések, különösen a hűtők és fagyasztók állománya rendkívül elöregedett, így inkább ezek lecserélése eredményezheti a felhasználás csökkenésének nagyobb részét. Emellett a világítás terén Magyarországon is jelentős megtakarítások várhatók, tekintettel arra, hogy az Európai Unió előírásainak köszönhetően a hagyományos izzók forgalmazása megszűnt, az energiatakarékos fényforrások fogyasztása pedig azonos fényáram mellett töredéke a hagyományos izzókénak.

**A műszaki-technológiai változások tekintetében az elkövetkezendő években elsősorban a légkondicionáló berendezések és a szórakoztató elektronikai eszközök térhódítása várható. Jelentős bővülés várható az elektromos autók terjedésével, amely egy új nagyfogyasztói csoport megjelenését fogja eredményezni. Strukturális átalakulás szempontjából a magyar háztartások villamosenergia-fogyasztásában ugyanakkor csökkenést eredményezhetnek azok az európai energiahatékonysági célok, amelyeket az Unió az Energiahatékonysági Irányelven keresztül kíván megvalósítani.**

### III.3 JAVASLAT A HAZAI ÁRAMFOGYASZTÁS ALAKULÁSÁNAK ELŐREJELZÉSÉRE

Az előző fejezetekben megvizsgáltuk, mely tényezők és milyen irányban befolyásolhatják a hazai villamosenergia fogyasztás várható alakulását. Ebben a fejezetben **javaslatokat** fogalmazunk meg azokra az **indikátorokra**, amelyek a NATÉR-ba beépítve – avagy a már meglévő adatokat tovább pontosítva – **hosszú távon is előrejelezhetik a villamosenergia-ellátó szektor éghajlatváltozással kapcsolatos kitettségét és érzékenységét.**

## Klíma



### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

#### 01 Középhőmérséklet alakulása

Magyarország éves középhőmérséklete a globális tendenciákkal összhangban alakul és az ismert klímamodellek alapján a felmelegedés a jövőben is folytatódni fog.



### A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Magyarország átlaghőmérséklete
- ✓ Az átlaghőmérséklet várható alakulása (2050-ig)

#### 02 Szélsőértékek intenzitása

A fagyos napok (napi minimumhőmérséklet  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) számának csökkenése és a hőségnapok (napi maximumhőmérséklet  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) számának növekedése prognosztizálható.



- ✓ Nyári napi átlaghőmérséklet alakulása
- ✓ Hőségnapok száma
- ✓ Hőségnapok számának várható változása

## Demográfia - társadalom



### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

#### 01 Népszámszám alakulása

Magyarország népessége évtizedek óta csökken, amely az előreszámítások és demográfiai folyamatok tendenciáit figyelembe véve a következő évtizedekben is folytatódni fog.



### A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Népszámszám járási szinten

#### 02 Egyszemélyes háztartások száma

A népesség előregedése az egyszemélyes háztartások számának növekedését fogja eredményezni, amelyhez hozzáadódik a fiatalok életstílusának megváltozása is.



- ✓ Öregedési index járási szinten
- ✓ Háztartások száma
- ✓ Egyszemélyes háztartások száma, aránya

#### 03 Területi egyenlőtlenségek

A társadalmi egyenlőtlenségek eredményeként a tehetősebb lakosság a szegényebb területekről elköltözik a gazdaságilag prosperáló területekre, ezáltal a szegény területeken tovább növekszik a beragadt, szegény társadalmi státuszú rétegek aránya.



- ✓ Deprivációs index járási szinten
- ✓ Energiaszegénységi mutató járási szinten

## Gazdaság



### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

01

#### GDP

A különböző gazdaságkutatói tanulmányok növekedési idősorai közép- és hosszú távon 2% körüli éves reál GDP növekedési ütemet prognosztizálnak.



### A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ GDP növekedési rátája
- ✓ GDP növekedési prognózisa

02

#### Gazdaságszerkezet

Magyarországon az ipar - azon belül is elsősorban a feldolgozóipar -, valamint a szolgáltatások dominanciája jellemző. Ez a gazdaságszerkezet a jövőben sem fog lényegesen átalakulni.



- ✓ Gazdasági ágazatok hozzájárulása a GDP-hez
- ✓ Ipar / feldolgozóipar hozzájárulása a GDP-hez

03

#### Térszerkezet

Az országban Budapest dominanciája mellett néhány megyei jogú város és gazdasági központ megerősödésére, valamint a kelet-nyugati megosztottság konzerválódására lehet számítani.



- ✓ GDP növekedési rátája megyénként
- ✓ Ipar / szolgáltatások hozzájárulása a megyei GDP-hez

04

#### Jövedelmi helyzet

Az utóbbi években a háztartások jövedelmi helyzete javult, mind színvonal, mind szerkezete pozitív irányban változott. Az elmúlt hat évben a háztartási energiakiadásokban csökkent az elektromos energia részaránya.



- ✓ A jövedelmek alakulása
- ✓ A háztartási fogyasztás éves növekedési rátája megyénként
- ✓ Energiaszegénységi mutató

## Energiaár



### Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

01

#### Nagykereskedelmi ár

A hazai nagykereskedelmi villamosenergia-ár a növekvő szén-dioxid, illetve földgázáraknak köszönhetően 2030-ra 70€/MWh körüli szintre fog emelkedni.



### A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Nagykereskedelmi villamosenergia-ár alakulása

02

#### Megújuló energia

A végfelhasználói árak szempontjából meghatározó a megújuló támogatás formája és a költségek fogyasztói csoportok közötti allokálásának módja.



- ✓ Megújulóenergia-kapacitások megyénként

# Műszaki-technológiai változások



## Prognózis és az energiafelhasználás várható alakulása

### 01 Elektromos eszközök terjedése

Az elektromos eszközök közül a szórakoztató elektronikai eszközök térhódítása lesz a legjelentősebb. Mindezek mellett az elektromos autók megjelenésével hosszabb távon egy új nagyfogyasztói csoportra számíthatunk.



### 02 Strukturális változások

A magyar háztartások villamosenergia-fogyasztásában is jelentős csökkenést eredményezhetnek azok az európai energiahatékonysági célok, amelyeket az Unió az Energiahatékonysági Irányelven keresztül kíván megvalósítani.

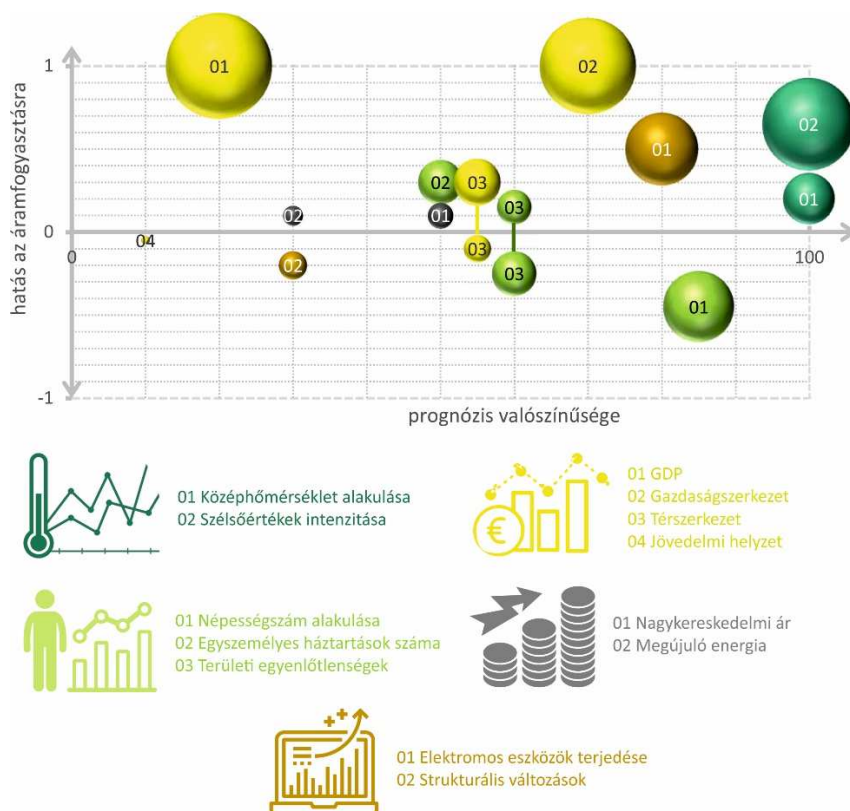


## A tényező méréséhez javasolt indikátorok

- ✓ Háztartások eszközellátottsága
- ✓ Elektromos járművek száma
- ✓ Elektromos töltőállomások eloszlása járásonként
- ✓ Háztartási eszközök átlagéletkora
- ✓ Hőszárművek többlet energiafogyasztása

A fentiekben összefoglalt forgatókönyvek, prognózisok bekövetkeztének valószínűsége, valamint az áramfogyasztásra való hatásuk is igen eltérő. Ha az egyes tényezőket elhelyezzük egy olyan koordináta-rendszerben, ahol a bekövetkezés valószínűségét (0-100%), illetve az áramfogyasztásra gyakorolt hatásukat (-1 – 1) vizsgáljuk, akkor megkapjuk, hogy melyik tényező bekövetkezésekor számíthatunk jelentős változásra a villamosenergia-felhasználásban.

**III-18. ábra: Az egyes prognózisok bekövetkezésének valószínűsége és az áramfogyasztásra gyakorolt hatása**



A fenti ábrából leolvasható, hogy a klímaváltozás hatásainak bekövetkezése a legvalószínűbb a vizsgált időszak alatt. A két tényező közül a szélsőértékek – azaz a hőségnapok számának gyarapodása – fogja jelentősebben pozitív irányba befolyásolni a villamosenergia felhasználását.

Szintén jelentős pozitív irányú elmozdulást eredményez a gazdasági prosperitás alakulása (GDP, gazdaságszerkezet), amelyek bekövetkeztének valószínűsége nehezen prognosztizálható.

A népességszám alakulása és a gazdasági térszerkezetben bekövetkező változások két-két ellentétes előjelű eseményt feltételeznek, de amíg az előbbinél ez negatív előjellel jelenik meg az áramfelhasználásban, az utóbbi esetben kismértékű növekedés feltételezhető.

Az elektromos eszközök terjedésénél elsősorban a közlekedési eszközök elektrifikációjával számolunk, amely 2030-ra jelentős villamosenergia-felhasználást fog eredményezni.

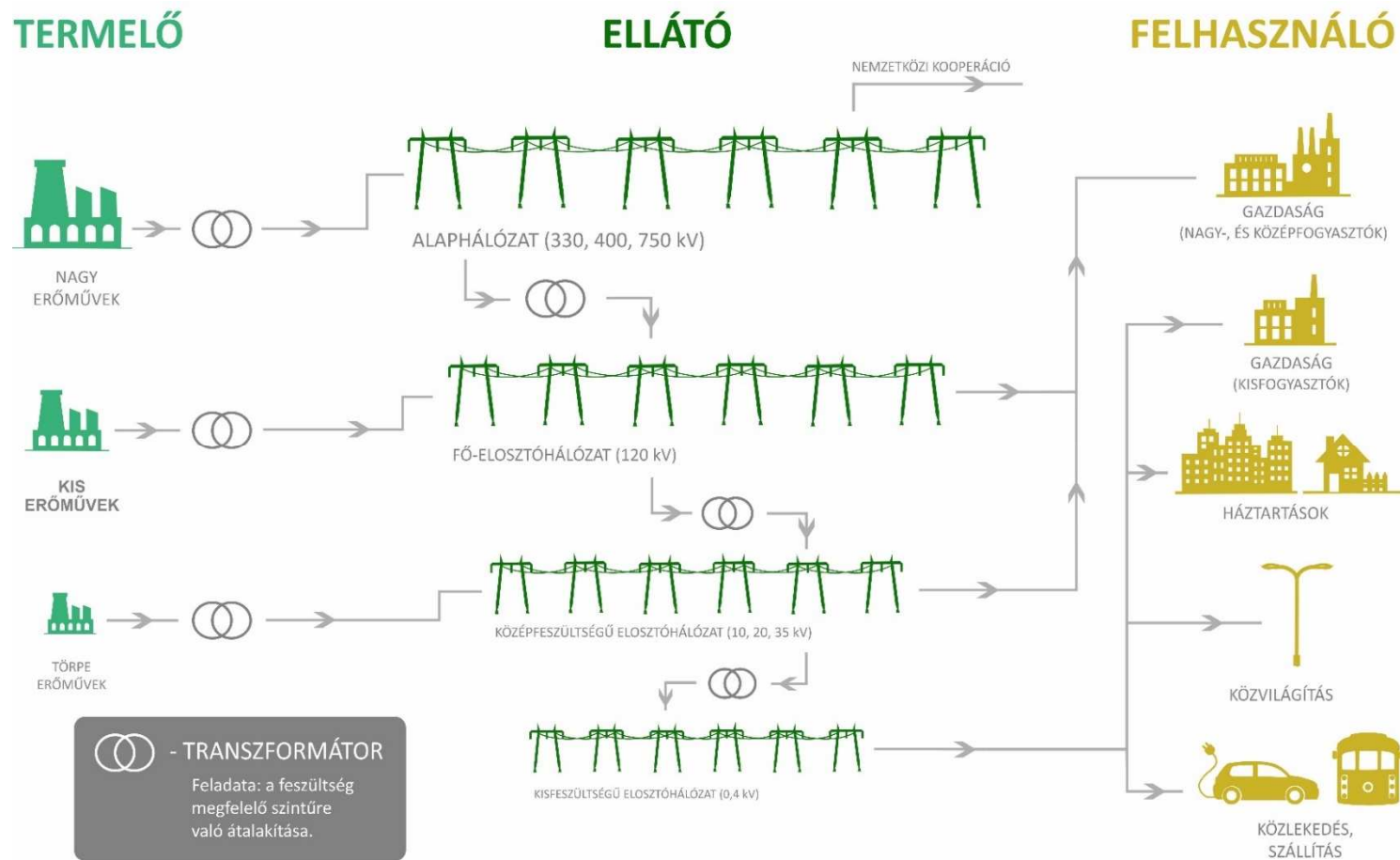
**Összességében tehát a villamosenergia-felhasználás gyorsuló ütemű növekedésére kell számítani, amelyet klimatikus tényezők és a gazdasági trendek fognak a legjelentősebben befolyásolni. A társadalmi-demográfiai hatások jellemzően kettős előjelűek lesznek, amelyek a területi különbségekben érhetők tetten. Az elektromos eszközök terjedésénél a közlekedési eszközök elektrifikációja fogja a legnagyobb pozitív irányú elmozdulást eredményezni, de ennek tényleges mértéke napjainkban még csak óvatos becslésekkel jelezhető előre.**

## IV. A KÍNÁLATI OLDAL JELLEMZÉSE

### IV.1 A VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÓRENDSZER HÁLÓZATI FELÉPÍTÉSE

A magyar villamosenergia-ellátórendszer sematikus működési modelljét az alábbi ábra szemlélteti:

IV-1. ábra: A magyar villamosenergia-ellátórendszer felépítése



A villamos energia előállítását nagyteljesítményű **erőművek** generátorai végzik. A generátorok 6-18 kV nagyságú feszültséget állítanak elő. (villany.uw.hu) Az erőművek méretük szerint lehetnek nagy-, kis- és törpe erőművek. Az villamosenergiát előállító erőművek lehetnek atomerőművek, hőerőművek, gázturbinás vagy gázmotoros erőművek, illetve megújuló energiaforrást hasznosító erőművek.

Az erőművekből a fogyasztókhoz a villamosenergia szállítását a **villamoshálózat** végzi. A nagyfeszültségű hálózatokon acéloszlopokat használnak a vezetők elhelyezésére. (villany.uw.hu)

A villamos hálózat szintjei:

- Alaphálózat: a villamos hálózat gerince, elszállítja a villamos energiát az erőművektől a jelentősebb transzformátor állomásokig. Az alaphálózat feszültsége 330, 400 és 750 kV lehet. Feladata még, hogy összeköttetést biztosítson a nemzetközi kooperációs hálózattal, ami a nemzetközi villamosenergia áramlást teszi lehetővé. A nemzetközi kooperációs hálózat feszültsége 120, 220, 400, 750 kV lehet.
- Fő-elosztóhálózat: feladata a villamos energia elszállítása az alaphálózati állomásoktól az elosztóhálózathoz. A fő-elosztóhálózathoz kapcsolódnak a nagyipari üzemek. Feszültségük 120 (újabbban 132) kV.
- Középfeszültségű elosztóhálózat: a fő-elosztóhálózatot és a fogyasztói transzformátorállomásokkal, illetve a középfeszültségű fogyasztókkal. A középfeszültségű hálózatok feszültsége 10, 20, 35 kV lehet.
- Kisfeszültségű elosztóhálózat: villamos energiával látja el a kisebb üzemeket, a háztartásokat, a közlekedést, illetve működteti a közvilágítást. Feszültsége 0,4 kV.

Az alaphálózat és a fő-elosztóhálózat egyaránt nagyfeszültségen működik, így műszaki megoldásaik hasonlóak, illetve egymást kiegészítő feladatokat látnak el, ezért a továbbiakban együtt kezeljük a két hálózatot.

A hálózati infrastruktúra alapvetően **szabadvezetékes** kiépítésű, azaz oszlopokon vezetett légvezetéken történik a villamosenergia szállítása. Terjedőben van viszont a **kábelvezeték**, amely a földfelszín alatt található, ezért a szabadvezetékől eltérően szigetelő burkolatra van szükség az alkalmazásakor.

A villamosállomás azoknak a berendezéseknek az összessége, amelyek a villamosenergiát transzformálják, egyen-irányítják, elosztják és a villamos hálózat vezetékeit összekötik, kapcsolják és védik. (villany.uw.hu) Az **alaphálózati állomások** típusai:

- Erőművi állomás: feladata az erőmű által termelt villamos energiát az alaphálózati szállításhoz szükséges feszültségre transzformálni.
- Hálózati állomás: regionális súlypontokban elhelyezett állomások, melyek az alaphálózatot kötik össze az elosztóhálózattal.
- Fogyasztói állomás: feladata a fogyasztói elosztóhálózat energiaellátásának összekötése az elosztóhálózattal. Kisebb külvárosi, illetve falusi körzetekben a fogyasztói állomás transzformátorházát oszloptranzformátorállomások helyettesíthetik, ebben az esetben a transzformátort az oszlopon helyezik el.

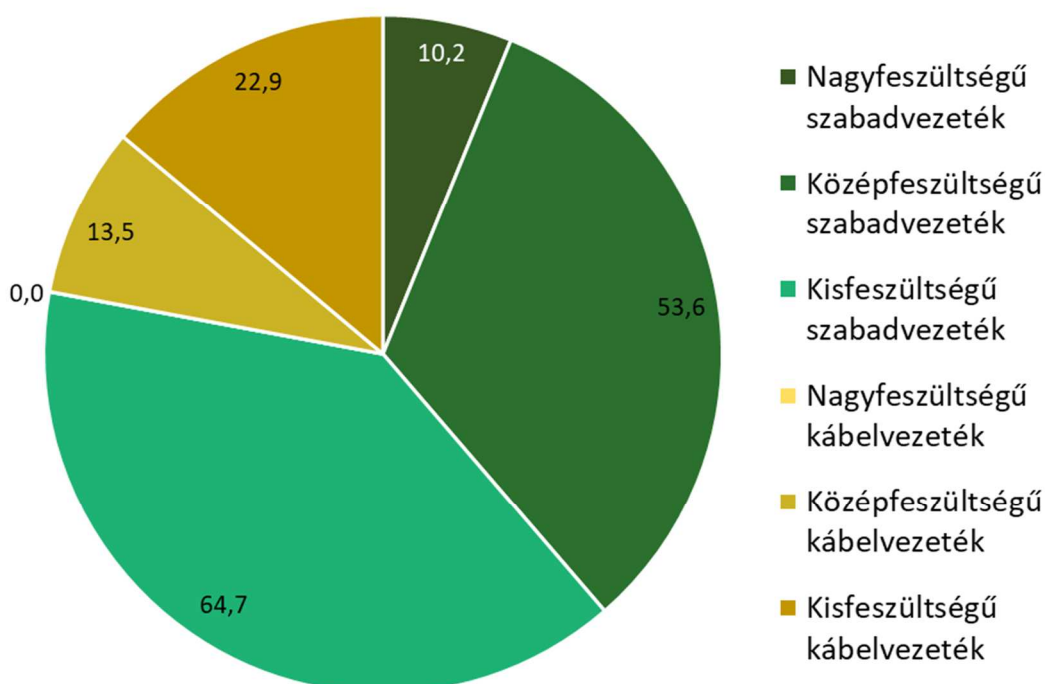
Az állomások között megkülönböztetünk kapcsoló- és transzformátor állomásokat. A kapcsolóállomás feladata a hálózat vezetékeinek összekapcsolása, csomópontok biztosítása. Más feszültségű hálózatot nem táplál. A transzformátorállomás különböző feszültségű hálózatokat kapcsol össze a feszültségszint átalakításával.

## IV.2 A VILLAMOSENERGIAELLÁTÓ-RENDSZER INFRASTRUKTURÁLIS ELEMEI

A hálózat nagyobb része (kb. 78 %-a) szabadvezetékekből áll, csak kisebb része kábelvezetékes. Lakott területen kívül szinte kizárólag szabadvezetéseket használnak, egyes – főként természetvédelmi indokoltaságú – esetekben fordul elő kábelvezeték. Lakott területen belül vegyes a kép, folyamatosan nő a kábelvezetékek aránya, főként a kisméretű hálózat esetében.

A nagyfeszültségű hálózatok hossza a legrövidebb, különösen a kábelvezetékes kiépítésűeké (aminek elsősorban fizikai, másodsorban pénzügyi okai vannak); a közép- és kisméretű hálózatok hosszában nincs jelentős különbség.

IV-2. ábra: A magyar villamosenergia-hálózat nyomvonalainak hossza, 2017 (ezer km)



Forrás: A magyar villamosenergia-rendszer 2017. évi adatai, pp. 59-60. alapján saját szerkesztés

### IV.2.1 A szabadvezetékes hálózat elemei

A szabadvezetékes hálózat főbb elemei a tartóoszlopok és a vezetékek.

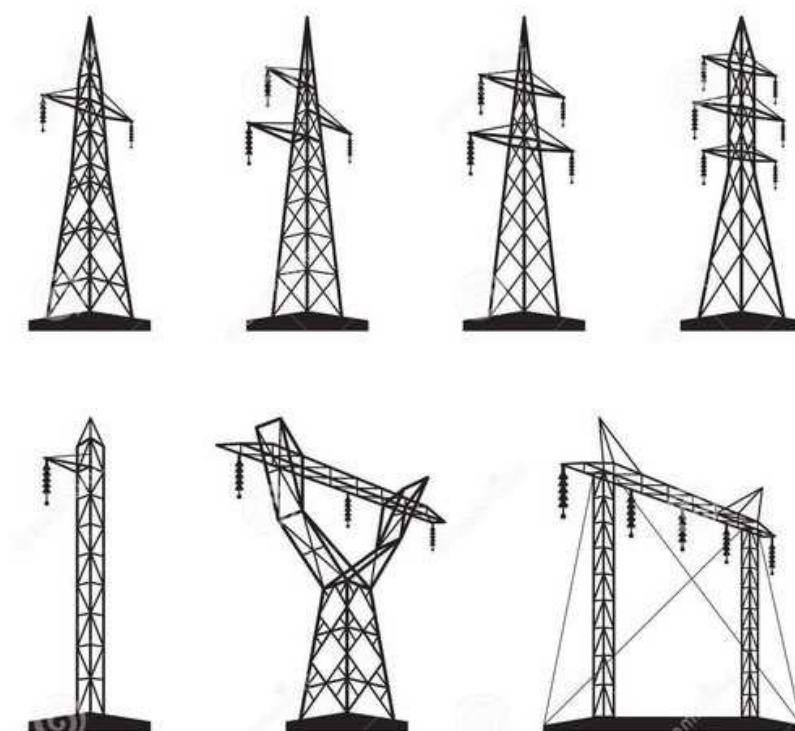
A tartóoszlopok felépítése (anyaga, szerkezete) általánosságban a feszültségszinttől függ. A különböző oszlopok **legfőbb jellemzői** a következők:

- A **magasfeszültségű** hálózat tartóoszlopai általában 25-50 m magasságú, rácsszerkezetű, osztott lábú acéloszlopok. Az acéloszlopok leggyakrabban fenyőfa (lásd alábbi ábra, felső sor), illetve portál (lásd alábbi ábra alsó sor jobb), esetleg Y-fejű elrendezésűek lehetnek (lásd alábbi ábra, alsó sor közép). Az oszlopok vasbeton alapozást kapnak, és hacsak a talajszerkezet nem indokolja, minden lábnak külön alapteste van. Az oszlopok több vezetékcsoportot tartanak, amelyeket a feszültséghez illeszkedő ellenállású szigetelőkkel rögzítenek az oszlophoz.
- A **középfeszültségű** hálózat tartóoszlopai általában 10-15 m magas, áttört szerkezetű (ún. létrás) vagy pörgetett (henger alakú) vasbeton oszlopok, melyeket beásnak a talajba. A

nagyobb terhelésű, ún. feszítőoszlopok (ahol a nyomvonal kanyarodik vagy véget ér) itt is rácsszerkezetű acéloszlopok. Az oszlopokon 3 db vezeték fut, 50-70 cm-es távolságra egymástól.

- A **kisfeszültségű** hálózat tartóoszlopai 7-10 m magas, szintén áttört szerkezetű vasbeton oszlopok, illetve beton gyámmal ellátott faoszlopok. A vasbeton oszlopokat, illetve faoszlopoknál a gyámot ássák be a talajba. Az oszlopokon 4 db vezeték fut, egymástól 20 cm-es távolságra.

**IV-3. ábra: Nagyfeszültségű tartóoszlopok típusai**



**IV-4. ábra: Közép- és kisfeszültségű tartóoszlopok típusai**



#### IV.2.2 A kábelvezetékes hálózat elemei

A kábelvezetékeket közvetlenül a talajban, vagy valamilyen alépítményben (kábelcsatorna, kábelalagút) helyezik el. Ezért itt értelemszerűen nincsen szükség oszlopokra, viszont árnyékolni és szigetelni kell a vezetékeket; utóbbi lehet olajos vagy műanyag (műgyanta, polimer) összetételű.

#### IV.2.3 A villamos állomások

A villamos állomások a hálózati elágazásoknál, csomópontoknál, illetve a vezetékek végénél helyezkednek el. Az állomások általában külön házban (transzformátorház, reléház) helyezkednek el, de egyes esetekben a transzformátorokat tartóoszlopra is el lehet helyezni.

A kábelvezetékek esetében a nagyobb zárlati áramokat kompenzálni kell, ezért ún. fojtótekercs vagy Petersen-tekercs beépítése, illetve kompenzáló állomások létesítése is szükséges lehet (MVM Partner Tudástár).

*IV-5. ábra: Transzformátor, transzformátorház*



### IV.3 A VILLAMOSENERGIAELLÁTÓ-RENDSZER ELEMEINEK A RÁJUK HATÓ KLIMATIKUS PARAMÉTEREKSEL SZEMBENI KITETTSÉGE ÉS ÉRZÉKENYSÉGE

A villamosenergiaellátó-rendszer előző fejezetben ismertetett elemeinek jó részére hosszú idejű üzemeltetési tapasztalat gyűlt össze. A természeti eredetű **üzemzavarok alapján jól behatárolható**, hogy az infrastruktúra mely elemeinek kitettsége milyen típusú klímaparaméterekkel szemben áll fenn; illetve hogy mekkora az érzékenysége az egyes infrastruktúra-elemeknek.

Az üzemzavarok egyben biztosítási káresemények is, ezért ilyen minden esetben részletes vizsgálatok készülnek. Ezek alapján kijelenthető, hogy az oszlopok túlnyomórészt megfelelnek az építési szabványnak, és karbantartottságuk is megfelelő. Tehát általában olyan körülmények okozzák az üzemzavarokat, amelyeket a régebbi szabványok még nem kezeltek, vagy nem kezelhettek megfelelően (Tihanyi Z. interjú).

A következőkben az egyes klimatikus elemeknek az infrastruktúraelemekre gyakorolt közvetlen, illetve – egyéb természeti tényezőkön keresztül ható – közvetett hatásútvonalaikat mutatjuk be, fontosságuk sorrendjében.

#### IV.3.1 Szél

**Jelenleg a szélnyomás okozza a legtöbb kárt**, és a klímamodellek alapján **várhatóan továbbra is az első számú veszélyforrás marad**. A szélnyomás a maximális szélesebségből és a tartóoszlop szélirányban mért szélességéből adódik; márpedig a szélesebségek maximuma várhatóan emelkedni

fog a jövőben. Ráadásul mivel a tengerszint feletti magasságtól, lejtőszögtől, a környező növényzet, épületek jellegétől és magasságától függően **kis területen is nagy változatosságot mutat az erőssége**, ezért a maximális szélsőbességet **igen nehéz előrejelezni**.

A legnagyobb veszélyt a vezetékek nyomvonalára merőleges irányú szél jelenti, mert itt nem csak az oszlopnak nem csak saját felületére, hanem a vezetékekre nehezedő nyomást is el kell viselnie (Hortobágyi Zs. interjú).

A szélnyomás hatására általában a tartóoszlopok szerkezete károsodik (hajlik meg vagy törik el); a szigetelők már kevésbé érintettek, a vezetéksodronyokat pedig nem szokta közvetlen kár érni.

#### IV.3.2 Tapadó csapadék (ónos eső, zúzmara, hó)

A szelen kívül a szabadvezetékek másik fő ellensége a tapadó csapadék. A vezetékekre és a tartóoszlopra rátapadó vagy ráfagyó csapadék önmagában is nagy terhet ró a tartóoszlopok szerkezetére, de **széllel kiegészülve igazán veszélyes**, mert ilyenkor az oszlopok és vezetékek felülete is többszörösére növekszik (Tihanyi Z. és Hortobágyi Zs. interjúk).

A téli csapadék mennyisége és intenzitása várhatóan növekszik, de a csapadék halmazállapotára vonatkozó modellek még nem készültek, így **nehéz megjósolni, hogy önmagában mekkora a kitettség változása**.

#### IV.3.3 Fagypont körüli hőmérsékletingadozás

Az ónos eső és a zúzmara önmagában is képes nagy felületet képezni a vezetékeken és az oszlopokon, míg a tapadó hó esetében a 0 °C körül **ingadozó hőmérséklet olvasztja meg és fagyasztja újra a csapadékot**. A klímamodellek szerint a téli hőmérsékelt emelkedni, a fagyos napok száma csökkenni fog, ami valószínűsíti, hogy a napon belüli fagyás-olvadás sorozatok gyakrabban alakulhatnak ki, mint a referenciaidőszakban.

A fentiekhez hasonlóan akkor jelent nagy veszélyt a hálózati infrastruktúrára, ha hóesés után következik ilyen időszak, majd a széllel, különösen a merőleges széllel kísérvé okoz oszlopdőlést.

A fagyás-olvadás ciklus még az áttört gerincű betonoszlopok esetében okoz hosszabb távon problémát. A lyukakban megülő hóból a napközbeni melegebb időjárás miatt kiolvadó víz beszivárog a beton pórusaiba, és éjszaka megfagy, így az oszlopon repedések keletkezhetnek (MVM Partner Tudástár).

#### IV.3.4 Hirtelen, nagy mennyiségű eső

A hirtelen, nagy mennyiségű csapadék **talajeroziót (talajfolyást, földcsuszamlást) okozhat**, amely az oszlopok kidőlését, illetve kábelvezetékek esetében a kábel törését eredményezi. (A **kábelvezetékek kitettsége lényegében csak a földcsuszamlásokkal szemben áll fenn**.)

Rövidebb távon csak egy nagyobb méretű földcsuszamlás képes az oszlopok kidöntésére, illetve kábeltörésre, de a talajtakarójának elhordása **hosszabb távon az egyéb hatásokkal** (pl. szélnyomás) **szembeni sérülékenységet is növeli**. A földcsuszamlás kialakulásához legalább 20-30 mm, intenzív eső szükséges (Stefanovits P. – Filep Gy. – Fülek Gy. 2010), márpedig a klímamodellek szerint az átlagos csapadékintenzitás és a 20 mm-t elérő csapadékú napok gyakorisága minden évszakban növekszik.

A talajeroziót ezen kívül számos egyéb tényező befolyásolja, leginkább a lejtőszög, a talaj összetétele és nedvességi állapota, illetve a felszínborítottság típusa és mértéke (Stefanovits P. – Filep Gy. – Fülek Gy. 2010).

A záporok által keltett lokális villámárvizek az oszlopokra és a vezetékekre nem jelentenek veszélyt, de egyes transzformátor- vagy kapcsolóházak érintettek lehetnek. Igaz, ezeket az építéskori normáknak

megfelelően vízmentes helyre, nemegyszer mesterséges dombra telepítették, így a kitettség igen alacsony.

#### IV.3.5 Hőhullámok

A prognózisok alapján a nyári időszakokban a hőmérsékleti maximum és a forró napok száma emelkedik, és az általuk lefedett időszak hosszabbodik. A magas léghőmérséklet többféle módon, közvetlenül és közvetetten is növeli a hálózat érzékenységet.

A hőhullámok közvetlen módon a **kapcsolóállomások elektronikus irányítástechnikai berendezéseire** hat, amelyek a magas hőmérsékletre érzékenyek. Ezen kívül kis mértékben megnöveli a vezetékek ellenállását, és így a hálózati veszteséget, de ez üzemzavart nem okoz. Hosszabb távon a kábelvezetékek szigetelése előregszik, elfárad, így gyakoribb üzemzavarok jelentkezhetnek.

Közvetett módon, a párolgás növekedésén keresztül **a talajok szárazodásához vezetnek** a hőhullámok, ami azért jelent problémát, mert a talajok tömörségét az összetételükön kívül a vízzel való telítettségük határozza meg (Stefanovits P. – Filep Gy. – Fülek Gy. 2010). A szárazodással a talajok egy része veszít a teherbíró képességéből, így az oszlopok alapozása a húzóerőknek kevésbé ellenállóvá válik, az oszlop kidőlhet.

#### IV.3.6 Légnedvesség

A légnedvesség alapvetően a **vasoszlopok esetén jelent problémát**: a tartóoszlop elemei az illesztési pontoknál össze vannak csavarozva, ahol a felületkezelés sérül, és így **korrózió (rozsdásodás) indulhat meg** a szerkezeti elemeken, illetve a csavaron. Nagyobb terheléskor (lásd szél, tapadó csapadék) a csavar elszakadhat vagy kiszakadhat a szerkezetből (MVM Partner Tudástár).

Bár a levegő relatív páratartalmára a klímamodellek jelenleg nem tartalmaznak előrejelzést, de az éves csapadékmennyiség csökkenése, illetve a hőmérséklet emelkedése is prognosztizálható, így valószínűleg a páratartalom is csökken majd. Ezért **a rozsdásodás talán kevésbé érinti majd az oszlopokat**, mint manapság.

#### IV.3.7 Villámcsapás

A villámcsapások alapvetően csak a szigeteletlen szabadvezetékben, illetve **nagyon ritka esetben a tartóoszlopokban tehetnek kárt**. Utóbbi hatás is csak hosszú távon, az anyagok szerkezetének megváltozása miatt érvényesül.

#### IV.3.8 Talajvíz

A csapadékviszonyok átalakulása a talajvíz szintjére is hatással van, lokálisan és rövidebb időszakokban jelentősen megnőhet, belvízzé alakulhat.

Rövid távú hatásként a megemelkedett talajvízszint egyes típusú **talajoknál a teherbíró képesség romlásához vezet**, amely széllel párosulva az oszlop kidőlését okozhatja. Ha belvíz alakul ki, az hosszabb távon főként az alapozást és a szerkezetet **összekötő csonk korrodálódásához vezethet**, amely nagy terhelésnél eltörhet, így szintén oszlopdőlést okozván.

A talajvizek **kémiai összetétele az alapozásra van hatással**. A tervezéskor ugyan felmérték a talajvíz korrozivitását, de évtizedes távlatban ez átalakulhat, roncsolván az alapozást.

#### IV.3.9 A kitettség és érzékenység hatásútvonalai

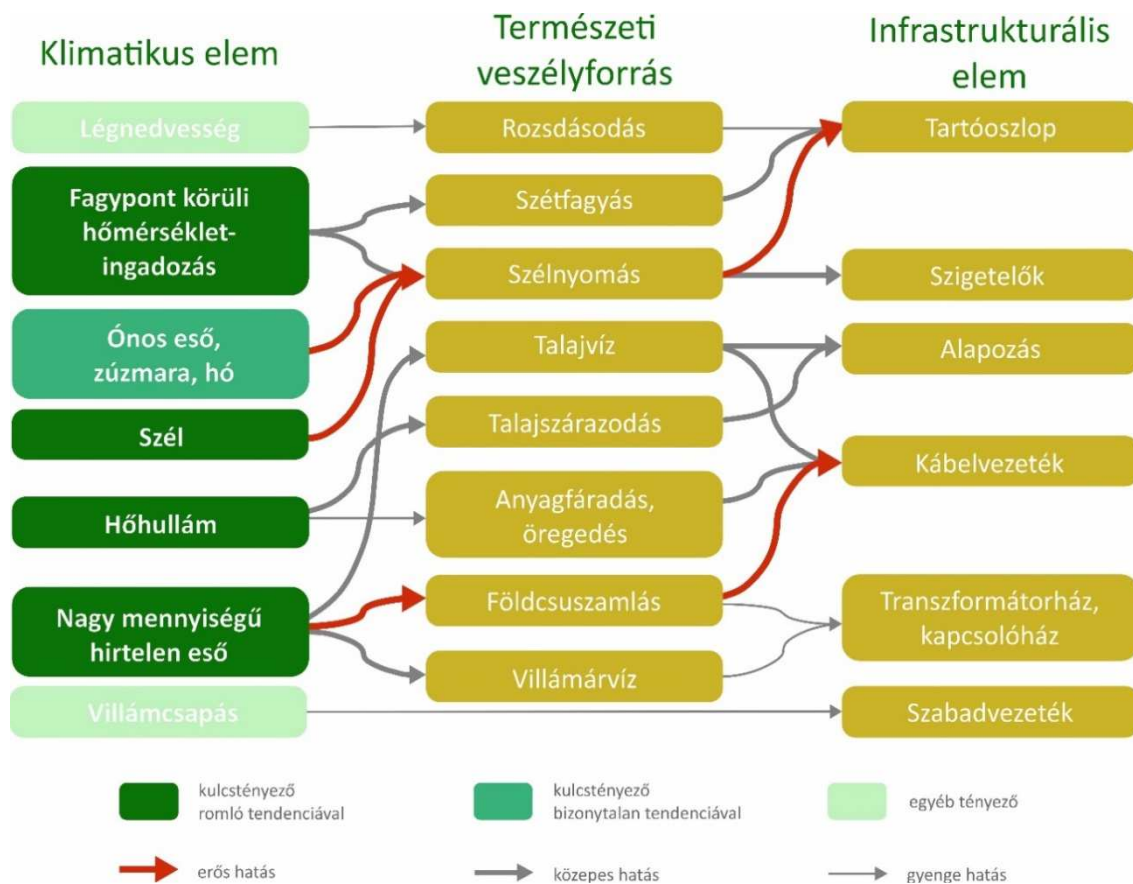
*Az előző alfejezetekben bemutatott hatásútvonalakat összegezve a következő megállapításokra juthatunk:*

*A leginkább kitett infrastrukturális elem a tartóoszlopok szerkezete.*

*A legnagyobb hatást a szél, a tapadó csapadék és a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű eső gyakorolják az infrastruktúrára.*

*A legnagyobb érzékenységet a szabadvezetékek tartószerkezete mutatja a szélnyomással szemben, illetve a kábelvezetékek a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű esővel (és az abból származó földcsuszamlással) szemben.*

**IV-6. ábra: A klimatikus tényezők által az infrastrukturális elemekre tett hatások útvonalai**



## IV.4 A HAZAI VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÓRENDSZER (VILLAMOSENERGIA HÁLÓZATOK) ÉGHAJLATI ÉRZÉKENYSÉGVIZSGÁLATÁRA ALKALMAS MINTAMÓDSZERTAN

### IV.4.1 Az érzékenységvizsgálat kulcstényezői

A IV.3. fejezetben bemutatott hatásútvonalak alapján megállapíthatók azok a kulcsterületek, amelyeket a villamosenergia-ellátórendszer infrastruktúrájának érzékenységvizsgálatakor figyelembe kell venni.

A kulcsterületek az infrastruktúra részéről leginkább kitett elemek:

- elsősorban a tartóoszlopok szerkezete,
- másodsorban a tartóoszlopok alapozása,
- végül a kábelvezetékek.

Az infrastrukturális elemekre legnagyobb hatást gyakorló klimatikus elemek pedig a következők:

- elsősorban a szélsébség,
- másodsorban a csapadék: ezen belül a tapadó csapadék és a hirtelen lezúduló nagy esők,
- végül a hőmérséklet: ezen belül a nyári maximumhőmérsékletek és a téli fagypont körül ingadozó hőmérséklet.

A fentiekén túl figyelembe kell venni néhány olyan tényezőt is, amely a NATÉR rendszerbe integrálható, és meghatározó a sérülékenységvizsgálatban:

- a talaj,
- a talajvíz,
- a domborzati adottságok,
- és a felszínborítás.

### IV.4.2 A javasolt indikátorok rendszere

A kulcstényezők alapján felállítható azon indikátorok rendszere, melyek a NATÉR rendszerébe integrálhatók, és amelyek gyűjtésével a villamosenergia-ellátás területi éghajlati sérülékenységeinek adatokon alapuló vizsgálata lehetővé válik.

Az alábbi táblázatokban megadjuk a javasolt indikátorok alapadatait (megnevezését, mértékegységét, időtávját, forrását). Ezen kívül szerepeltetjük a táblázatokban azt is, hogy jelenleg a NATÉR részét képezi-e az adott indikátor.

Mérlegelve az adatgyűjtés esetleges nehézségeit és az infrastruktúra érzékenységét, **egyes indikátorokat kiegészítő jellegű indikátoroknak soroltunk be.** A villamosenergia-ellátórendszer sérülékenységi vizsgálata a kiegészítő indikátorok nélkül is végrehajtható, de a részletesebb elemzéshez javasoljuk ezen kiegészítő indikátorok használatát is.

**IV-1. táblázat: Infrastrukturális elemekre jellemző indikátorok**

| Indikátor megnevezése                            | Indikátor mérték-egysége | Indikátor típusa     | NATÉR-ban jelenleg szerepel-e | Adat forrása                       | Időtáv |
|--------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------|
| Tartóoszlop, kábelvezeték <sup>5</sup> helye     | fok, perc, másodperc     | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Tartóoszlophoz tartozó vezetékszakaszok tájolása | fok                      | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Tartóoszlop tengerszint feletti magassága        | m                        | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Kábelvezeték talajszint alatti mélysége          | cm                       | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Tartóoszlop szerkezeti típusa                    | szöveges                 | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Tartóoszlop magassága                            | cm                       | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Tartóoszlop anyaga                               | szöveges                 | alapindikátor        | nem                           | szolgáltatói nyilvántartás         | 2019   |
| Tartóoszlop szerkezeti állapota (korrodáltsága)  | szöveges (skála)         | alapindikátor        | nem                           | rendszeres szolgáltatói ellenőrzés | 2019   |
| Tartóoszlop alapozásának mélysége                | cm                       | kiegészítő indikátor | nem                           | engedélyezési tervek               | 2019   |
| Tartóoszlop alapozásának típusa                  | szöveges                 | kiegészítő indikátor | nem                           | engedélyezési tervek               | 2019   |
| Tartóoszlop alapozásának korrodáltsága           | szöveges (skála)         | kiegészítő indikátor | nem                           | egyedi szolgáltatói ellenőrzés     | 2019   |

<sup>5</sup> Kábelvezeték esetében a nyomvonal töréspontjainak koordinátája.

**IV-2. táblázat: Klimatikus elemekre jellemző indikátorok**

| Indikátor megnevezése                                                                        | Indikátor mértékegysége | Indikátor típusa     | NATÉR-ban jelenleg szerepel-e | Adat forrása        | Időtáv                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|
| Éves maximális szélsébség                                                                    | km/h                    | alapindikátor        | nem                           | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| 100 km/h-nál erősebb szelek iránya                                                           | égtáj                   | alapindikátor        | nem                           | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| A 30 mm-t meghaladó csapadékú napok száma                                                    | nap/év                  | alapindikátor        | igen                          | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| Ónos esős napok száma                                                                        | nap/év                  | alapindikátor        | nem                           | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| Zúzmarás napok száma                                                                         | nap/év                  | alapindikátor        | nem                           | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| Azon napok száma, amikor a minimumhőmérséklet 0°C alatt, a maximumhőmérséklet 0°C felett van | nap/év                  | alapindikátor        | nem                           | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| Forró napok száma                                                                            | nap/év                  | kiegészítő indikátor | igen                          | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |
| Ariditási index                                                                              | %                       | kiegészítő indikátor | igen                          | OMSZ                | 1971-2010              |
|                                                                                              |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX | 2021-2050<br>2071-2100 |

**IV-3. táblázat: Egyéb természeti elemekre jellemző indikátorok**

| Indikátor megnevezése     | Indikátor mértékegysége | Indikátor típusa     | NATÉR-ban jelenleg szerepel-e | Adat forrása                                                                        | Időtáv                              |
|---------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Lejtőszög                 | %                       | alapindikátor        | nem                           | Digitális domborzat-modell (Lechner Nkft.)                                          | 2019<br>2050<br>2070                |
| Felszínborítás típusa     | szöveges (skála)        | alapindikátor        | nem                           | rendszeres szolgáltatói ellenőrzés                                                  | legutóbbi ellenőrzés                |
|                           |                         |                      |                               | OMSZ<br>EURO-CORDEX                                                                 | 2021-2050<br>2071-2100              |
| Talajvíztükör szintje     | cm                      | alapindikátor        | igen                          | MBFSZ                                                                               | 1971-2010<br>2021-2050<br>2071-2100 |
| Talajvíz összetétele      | pH                      | alapindikátor        | nem                           | engedélyezési tervek talajvizsgálati dokumentációja, egyedi szolgáltatói ellenőrzés | tervezés vagy legutóbbi ellenőrzés  |
|                           |                         |                      |                               | MBFSZ                                                                               | 2021-2050<br>2071-2100              |
| Talaj teherbíró képessége | CBR %                   | kiegészítő indikátor | nem                           | engedélyezési tervek talajvizsgálati dokumentációja, egyedi szolgáltatói ellenőrzés | tervezés vagy legutóbbi ellenőrzés  |
|                           |                         |                      |                               | MBFSZ                                                                               | 2021-2050<br>2071-2100              |
| Talaj folyási határa      | %                       | alapindikátor        | nem                           | engedélyezési tervek talajvizsgálati dokumentációja, egyedi szolgáltatói ellenőrzés | tervezés vagy legutóbbi ellenőrzés  |
|                           |                         |                      |                               | MBFSZ                                                                               | 2021-2050<br>2071-2100              |

#### IV.4.3 A vizsgálat javasolt módszertana, a vizsgálat korlátai

***Az indikátorok gyűjtése és feldolgozása a hálózati szolgáltatók és az MBFSZ együttműködésén kell, hogy alapuljon.***

Az **infrastrukturális elemekre vonatkozó indikátorok nagy része folyamatosan rendelkezésre áll a szolgáltatóknál**, hiszen azt vagy a hálózat létesítésekor elkészített engedélyezési tervek, vagy a szolgáltatók rendszeres ellenőrzésén alapuló nyilvántartása tartalmazza. Ide tartozik az egyéb indikátorok közül a felszínborítás is, kivételt jelent viszont a tartóoszlopok alapozásának korrodáltsága, melyet **csak egyedi mérésekkel** (pl. magfúrással vagy feltárással) lehet ellenőrizni. Ennek kialakult gyakorlata van, ugyanakkor idő- és költségigénye jelentősnek mondható.

Szintén egyedi ellenőrzés után adhatók meg a talajra és a talajvíz pH-jára vonatkozó indikátorok, melyeket ugyan az építéskor felmérték, de a tapasztalatok alapján hosszabb távon jelentősen megváltozhattak ezen adottságok. A felmérés jelen esetben kisebb nehézséget jelent, mert az oszlopalapozásokkal ellentétben egy mintavétellel nagyobb területet is le lehet fedni.

A **klimatikus indikátoroknál** az ariditási index, a 30 mm-t meghaladó csapadéku és a forró napok száma már **a NATÉR részét képezi**, és a modellezések alapján viszonylag könnyen megadható a fagypont körül ingadozó hőmérsékletű napok száma is. A szélesebbeségek és irányok modellezése lehetséges, de a nagy jelentőséggel bíró, **csapadékfajtákra** (zúzmara, ónos eső, hó) **vonatkozó előrejelzés valószínűleg nem lefolytatható**.

Az indikátorok **területi részletezettsége** változó. A **klimatikus paraméterek** 10x10 km-es rácshálóban állnak rendelkezésre, illetve adhatók meg, mely felbontás a szélerősség kivételével megfelelőnek tűnik. A szélerősség esetében a tapasztalatok alapján kb. 0,1-0,3 km élhosszúságú rácshálóra lenne szükség, amely azonban két nagyságrenddel meghaladja a megbízható előrejelzési lefedettséget, így nem elvárható a használata.

Az **infrastrukturális** indikátorokat alapvetően oszlophelyre lehet megadni, de az azonos időben, azonos technológiával készült oszlopokat **lehet egységként (vezetékszakaszonként) kezelni**, amennyiben a környezeti tényezők ezt megengedik (tehát hasonló pl. a talajszerkezet, a lejtőszög, felszínborítás stb.).

## V. IRODALOMJEGYZÉK

### Könyvek, folyóiratcikkek

- A szabadvezetékes és a kábeles hálózat összehasonlítása környezetvédelmi szempontból. MVM Partner Tudástár. p. 37. <https://energiaportal.mvmp.hu/ujdonsagok>
- Bajomi A. Zs. - Feldmár N. (2018): Lakásminőség és energiaszegénység. Éves jelentés a lakhatási szegénységről 2018. <https://habitat.hu/mivel-foglalkozunk/lakhatasi-jelentesek/lakhatasi-jelentes-2018/lakasminoseg-es-energiaszegenyseg/>
- Baranyai N. (2015): Társadalmi-gazdasági folyamatok modellezése 1990 után. In: Czirfusz M. – Hoyk E. – Suvák A. (szerk): Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Pécs, Publikon Kiadó. pp. 31–48.
- Czirfusz M. – Pósfai I. – Pósfai Zs. (2018): A lakhatási szegénység területi folyamatai. Éves jelentés a lakhatási szegénységről 2018. <https://habitat.hu/mivel-foglalkozunk/lakhatasi-jelentesek/lakhatasi-jelentes-2018/teruleti-folyamatok/>
- Energiaklub Szakpolitikai Intézet Módszertani Központ (2017): Hálózatfejlesztési igények Magyarországon. Budapest, 39 p.
- Földházi E. (2015): A népesség szerkezete és jövője. In: Monostori Judit - Óri Péter - Spéder Zsolt (2015) (szerk.): Demográfiai portré 2015. KSH NKI, Budapest. pp. 213–226.
- Nemes Nagy J. (1998): A tér a társadalomkutatásban. Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület „Ember-Település-Régió” Budapest. 195 p.
- Stefanovits P. – Filep Gy. – Fülek Gy. (2010): Talajtan. Mezőgazda Kiadó. p. 470.
- Uzzoli A. (2015): Klímamodellek a társadalmi alkalmazkodásban – A sérülékenységvizsgálatok hazai eredményei és tapasztalatai. In: Czirfusz M. – Hoyk E. – Suvák A. (szerk): Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Pécs, Publikon Kiadó. pp. 109-126.

### Statisztikai kiadványok, jogszabályok

- 2007. évi LXXXVI. törvény a villamosenergiáról: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0700086.TV>
- A háztartások fogyasztása, 2017 (előzetes adatok), in: Statisztikai Tükör, 2018. május 30. KSH. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu), 4 p.
- A háztartások fogyasztása, 2018. I. félév (előzetes adatok alapján), in: Statisztikai Tükör, 2018. november 8. KSH. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu), 3 p.
- A hazai nagykereskedelmi villamosenergia-piac modellezése és ellátásbiztonsági elemzése 2030-ig különböző erőművi forgatókönyvek mellett. 2019, REKK. [https://rekk.hu/downloads/projects/2019\\_Arampiac\\_REKK.pdf](https://rekk.hu/downloads/projects/2019_Arampiac_REKK.pdf) 269 p.
- A háztartások életszínvonala. 2016. KSH. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu) 56 p.
- A háztartások és a családok adatai (2018). in Mikrocenzus 2016. Budapest [https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mikrocenzus2016/mikrocenzus\\_2016\\_6.pdf](https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mikrocenzus2016/mikrocenzus_2016_6.pdf) 33 p.
- A Magyar Villamosenergia -rendszer közép- és hosszú távú forrás oldali kapacitásfejlesztése 2017., Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt.. Budapest, 112 p.

- A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2017. évi adatai. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal és MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt., Budapest, 98 p.
- A magyar villamosenergiarendszer adatai - Data of the Hungarian electricity system 2017, MAVIR, Budapest, 48 p.
- A Magyar Villamosenergia-rendszer fogyasztói igényeinek előrejelzése 2017., Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt., Budapest, 50 p.
- Helyzetkép az építőiparról. 2017. KSH. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu), 12 p.
- Helyzetkép az iparról, 2017. KSH. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu). 24 p.
- Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH): Háztartások végső energia felhasználása 2015-2017: [http://mekh.hu/download/5/13/90000/8\\_1\\_Haztartasok\\_felhasznalasa\\_eves.xlsx](http://mekh.hu/download/5/13/90000/8_1_Haztartasok_felhasznalasa_eves.xlsx)

#### Egyéb források

- Jászay T. – Nieberl N. (2015): Trendek a magyarországi háztartások villamosenergia-fogyasztásában. Villanyszerelők Lapja, 2015. november 12. <https://www.villanylap.hu/lapszamok/2015/november/3896-trendek-a-magyarorszag-i-haztartasok-villamosenergia-fogyasztasaban>
- Jászay T. – Nieberl N. (2015): Trendek a magyarországi háztartások villamosenergia-fogyasztásában II. Villanyszerelők Lapja, 2015. december 20. <https://www.villanylap.hu/lapszamok/2015/december/3940-trendek-a-magyarorszag-i-haztartasok-villamosenergia-fogyasztasaban-ii>
- Országos Meteorológiai Szolgálat: [www.met.hu](http://www.met.hu)
- Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR): <https://map.mbfisz.gov.hu/nater/>
- KSH – Mikrocenzus 2016. Területi összehasonlítás: <http://www.ksh.hu/mikrocenzus2016/docs/teruleti/index.html#/map>
- KSH – Interaktív térképek: <http://www.ksh.hu/interaktiv/terkepek/mo/gdp.html>
- Pál Gy. (szerk): A magyar villamosenergia-rendszer: <http://villany.uw.hu/>
- Interjú Hortobágyi Zsolttal, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék) docensével. Zábrádi Zs., 2019. 04. 03.
- Interjú Tihanyi Zoltánnal, a MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt. vezérigazgató-helyettesével. Rácz A. – Zábrádi Zs., 2019. 04. 29.

## VI. MELLÉKLET

### 1. SZ. MELLÉKLET: A MAVIR MAGYAR VILLAMOSENERGIA-IPARI ÁTVITELI RENDSZERIRÁNYÍTÓ ZRT. VEZÉRIGAZGATÓ-HELYETTESÉVEL, TIHANYI ZOLTÁNNAL KÉSZÜLT RÉSZLETES INTERJÚ DOKUMENTÁLÁSA

**Helyszín:** MAVIR ZRt. székház (1031 Budapest, Anikó u. 4.)

**Időpont:** 2019. április 29-én 9:00 – 11:00 óra

**Résztvevők:**

- Tihanyi Zoltán, MAVIR - rendszerirányítási és nemzetközi kapcsolatok vezérigazgató-helyettes + 1 fő
- dr. Czira Tamás, főosztályvezető, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ),
- Selmeczi János Pál, osztályvezető, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ),
- FICÉP Kft. képviselői

A megbeszélés kezdetén dr. Czira Tamás röviden ismertette a „NATÉR továbbfejlesztése” KEHOP projektet, különös tekintettel a kritikus energetika infrastruktúrára vonatkozó részekre.

Az interjú két témakört járt körbe részletesen. Egyrészt a villamosenergia-ellátórendszer várható jövőbeni kihasználtságának tényezőit vettük számba (gazdasági, technológiai, társadalmi feltételek), másrészt a hazai ellátórendszer műszaki infrastruktúráját érintő kérdéseket, felvetéseket tisztáztuk.

Az interjú főbb megállapításai az alábbiak szerint foglalhatók össze:

#### I. A villamosenergia-ellátórendszer várható jövőbeni kihasználtságának tényezői

- A kilencvenes évekig az elosztó és átviteli hálózat még egyben volt, a privatizáció során vált szét a két rendszer. Ma Magyarországon összesen 6 elosztói régió létezik, amelyek több helyről kapják a betáplálást, így **kevésbé érzékenyek a változásokra**.
- Létezik egy **területi dinamika** az áramfelhasználás tekintetében – Budapest a súlypont. Lokálisan az adott hely is jelentőséggel bírhat – ld. Audi vagy a Dunai Kőolajfinomító.
- A primer energiák felől a **villamosenergia irányába** mozdul el a villamosenergia-ipar, amely az áramfelhasználás növekedését eredményezi. Ezzel párhuzamosan **technológiai hatékonyságjavulás** is tapasztalható, amely negatív előjellel jelenik meg a fogyasztásban.
- Az időjárásfüggő tényezők nagyon klímfüggők, a **termelői betáplálás** jelentős mértékben befolyásolja. Ezek az áramlások az országon kívül is fontosak. A magyar villamosenergia-rendszer Szlovénia kivételével minden szomszédos ország vonatkozásában rendelkezik villamos hálózati összeköttetéssel. A megújuló gyors terjedése Németországban a legnagyobb, de pl. Romániában is terjed a víz és a szél hasznosítása.
- A hazai átviteli hálózat **jó kondíciókkal** rendelkezik. A kapacitásbővítésről az ENTSO-E tízéves **hálózatfejlesztési terv** rendelkezik.
- A hazai felhasznált villamosenergia 1/3-a import.
- A trendek a nagyerőművek leépülése irányába mutatnak.
- A klimatikus adatokat a történeti adatokból, illetve az előrejelzésekből prognosztizálják. A teljesítményegyensúly kulcskérdés, hiszen a rendszer nagyon érzékeny; **a teljesítménykilengés a hálózati infrastruktúrát terheli** (ld. 2006)
- Az átviteli hálózatot érintő projektek optimálisan **6-7 év alatt valósulnak meg**. A kiserőműveknél ez értelemszerűen gyorsabb folyamat és nagy léptékben ezek a hálózat egészére hatást gyakorolnak. Várhatóan ilyen hatást fog gyakorolni a **közlekedés elektrifikációja** is, amely előre láthatólag 2030 körül lesz jelentősebb. Addigra a fogyasztói igényeket is rugalmasabbá kell tenni időben is.

- A téli csúcsfogyasztást a fűtés okozza, de nem a közvetlen villamosenergia alapó, hanem a rendszer működtetéséhez szükséges eszközök (pl. szivattyú, keringtető, stb.) és a csúcsfogyasztás este jelentkezik. A **nyári csúcsfogyasztás is várhatóan ebbe a napszakba fog elmozdulni**, mert a napközbeni energiaigényt a megújulókkal helyettesítik, így akkor kisebb a hálózati terhelés. Este viszont ez már nem így működik.
- A **gazdasági válság** során a villamosenergia-felhasználásra a lakosság kevésbé volt érzékeny, sokkal inkább a gazdaságban-iparban volt visszaesés. Ugyanakkor a technológiai fejlődés (digitalizáció, számítástechnikai rendszerek, stb.) miatt a villamosenergia-felhasználás a gazdasági válságra még érzékenyebben reagálhat.
- A „rezsicsökkentés” közvetlen, felhasználónál jelentkező hatásai kimutathatók, ugyanakkor **nem ösztönöz takarékosagra**, tehát a fenntarthatóság elveivel ellentétes. Mindezek mellett a fejlesztések üzemzése, volumene sem olyan léptékű, mint korábban.

## II. A hazai ellátórendszer műszaki infrastruktúrája

Az átviteli hálózati infrastruktúra üzemzavarainak elemzése alapján elmondható, hogy:

- A természeti tényezők közül a **szélnyomás** önmagában, illetve a vezetéksodronyokra rakódott **csapadékkal** (zúzmara, hó, jég) együtt okozza a legtöbb kárt. Ilyenkor általában a tartóoszlopok szerkezete károsodik (hajlik meg vagy törik el).
- A **vezetéksodronyokat közvetlen kár nem** szokta érni, és a szigetelők is kevésbé érintettek. Utóbbiaknál kis gyakorisággal fordul elő törés, de az általában anyaghibára vezethető vissza, ami az építéstől számított évtizedes távlatban okozhat gondot.
- Az **alapozás sérülése** is csak **nagyon ritkán**, a több évtizede épült oszlopoknál fordul elő. Elsődleges szerepet itt sem a környezeti tényezők játszottak, hanem építéstechnikai hiányosságok.
- A **földkábelek hossza nagyon kicsi** a MAVIR-nál, környezeti ok miatt még nem volt üzemzavar ezeknél. Nem is valószínű, hogy ilyen kialakulna, az egyetlen veszélyeztető tényező a földcsuszamlás lehet.
- A **transzformátorállomások érintettsége is alacsony**. Itt elsősorban a védelmi és irányítástechnikai berendezések érzékenyek a magas hőmérsékletre, amit jelenleg légkondicionálókkal kezelnek.
- A környezeti tényezők közül a **szelet nehéz előrejelezni**, mert kis területen is nagy változatosságot mutathat az erőssége.
- Az üzemzavarok biztosítási káresemények is, ezért részletes vizsgálatok készülnek. Ezek alapján kijelenthető, hogy az **oszlopok túlnyomórészt megfelelnek az építéskori szabványnak**, és karbantartottságuk is megfelelő. Tehát általában olyan körülmények okozzák az üzemzavarokat, amelyeket a régi szabványok még nem kezeltek, vagy nem kezelhettek megfelelően.
- Viszont **2014 óta új szabvány** van, amely sokkal tágabb tűrést ír elő sok szempontból, mint a régi.

A környezet szempontjából legkritikusabb helyeken (autópályát, vasútvonalat, folyót keresztező szakaszok) már elkezdtek a **régi szabvány alapján épített hálózatokat átépíteni**, az új szabvány szerinti 2-es szintre (150 éves visszatérési idejű eseményekre felkészített infrastruktúra). Az átépítés lehet csak megerősítés (pl. feszítőoszlopok esetén), vagy lehet teljes újraépítés (pl. feszített portáltartók esetén), és adott esetben a vezetéksodronyok cseréjére is sor kerül.

A **rendszerirányítás szempontjából legkritikusabb helyek** – ahol pl. több vezeték található egymáshoz közel, így egy vihar több kárt tud okozni – **felmérése és prioritizálása** jelenleg folyik.

A MAVIR a hálózatan **negyedéves gyakorisággal bejárásos ellenőrzést** tart, amely során szemrevételezéssel méri fel az oszlopok és vezetékek esetleges sérüléseit. **Négyévente** pedig **műszeres, 60-70 jellemzőre kiterjedő ellenőrzést** végeznek el, többek között a korrózió mértékét is felmérik. Az alapozások felmérése azonban nem része a négyéves ellenőrzésnek sem, ezt egy különálló, egyedi projekt során végezték el a közelmúltban. Ennek során megállapították, hogy egyes oszlopok környezetében megváltoztak a talajadottságok, több olyan helyen jelent meg (vagy emelkedett

jelentősen) a talajvíz, ahol az építés idejében ez még nem volt jellemző. Az ilyen helyeken az alapokat megerősítették, hozzáalapozással.

## 2. SZ. MELLÉKLET: AZ ENERGIASZEGÉNYSÉGI MUTATÓ

A Habitat for Humanity 2018-as tanulmánya alapján energiaszegénységről akkor beszélünk, ha egy háztartás nem tudja megfelelően kifűteni a lakását, vagy ha a háztartás számára szükséges energia költségei a háztartás jövedelmének túl nagy részét teszik ki. Bár hazánkban jelenleg nincs hivatalos mérőszáma az energiaszegénységnek, de a szakértők általában akkor beszélnek energiaszegénységről, ha az energiaszámlák befizetése után egy háztartás fennmaradó jövedelme nem éri el a mediánjövedelem 60%-át. (Bajomi-Feldmár)

A fenti definíciót alapul véve megvizsgáltuk, hogy mely régiókat, illetve milyen településtípusokat veszélyezteteti leginkább az energiaszegénység. Az elemzés során az alábbi nehézségekbe ütköztünk:

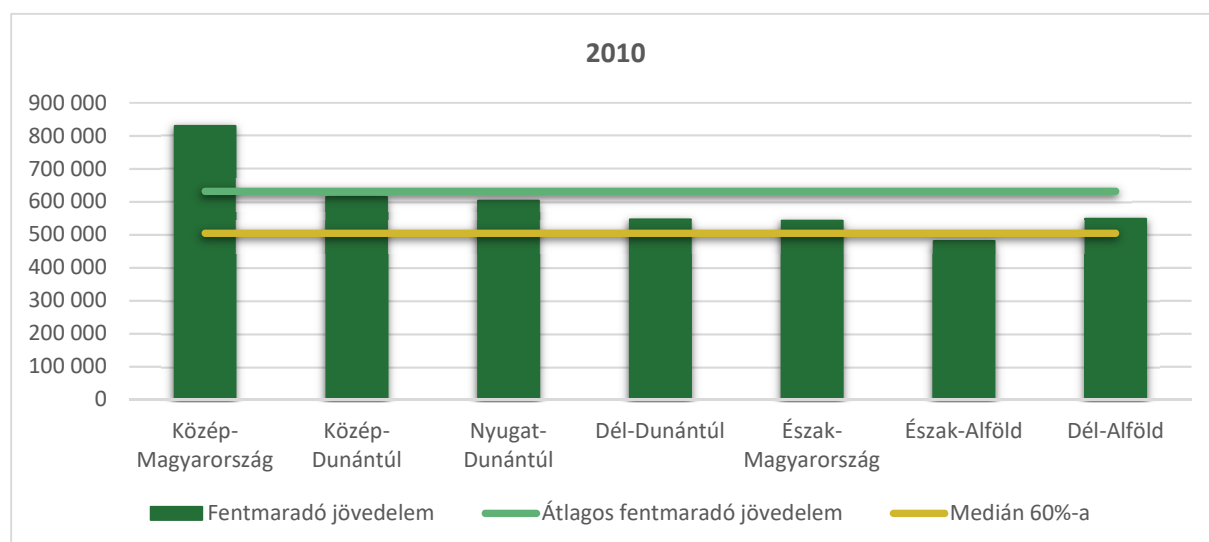
- a KSH-nál a jövedelmeket háztartásonként rögzítik, míg a kiadásokat, egy főre vetítve adják meg;
- a KSH nem közöl adatokat a mediánjövedelemről.

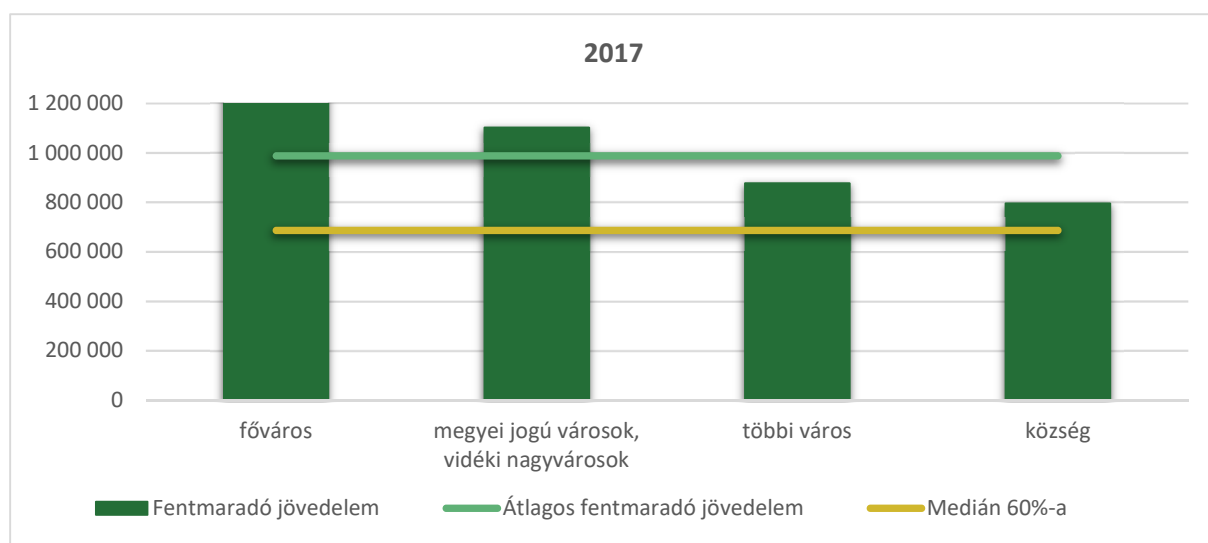
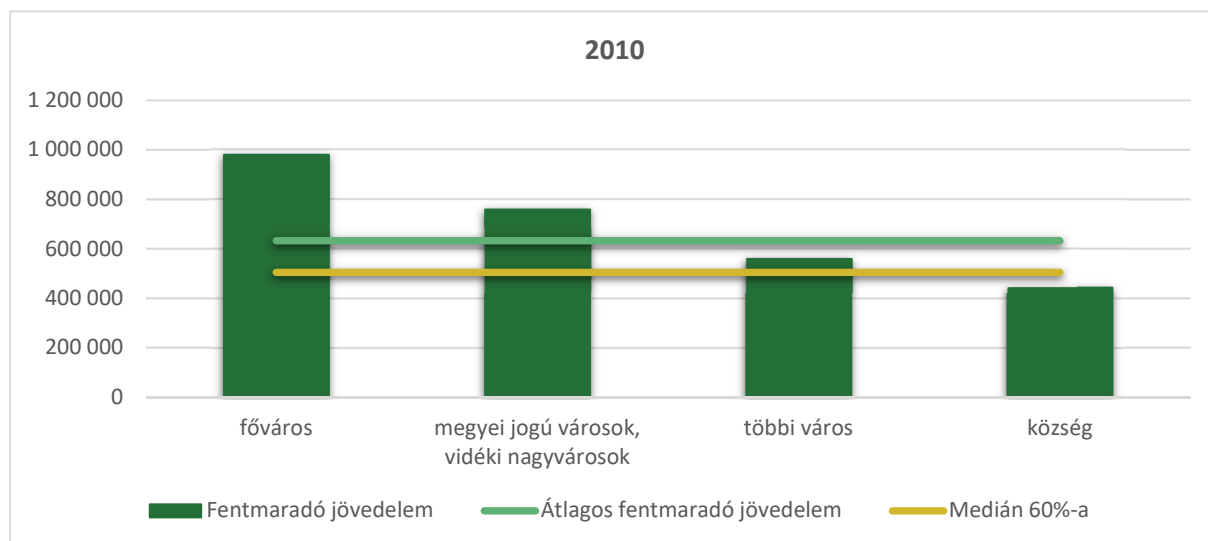
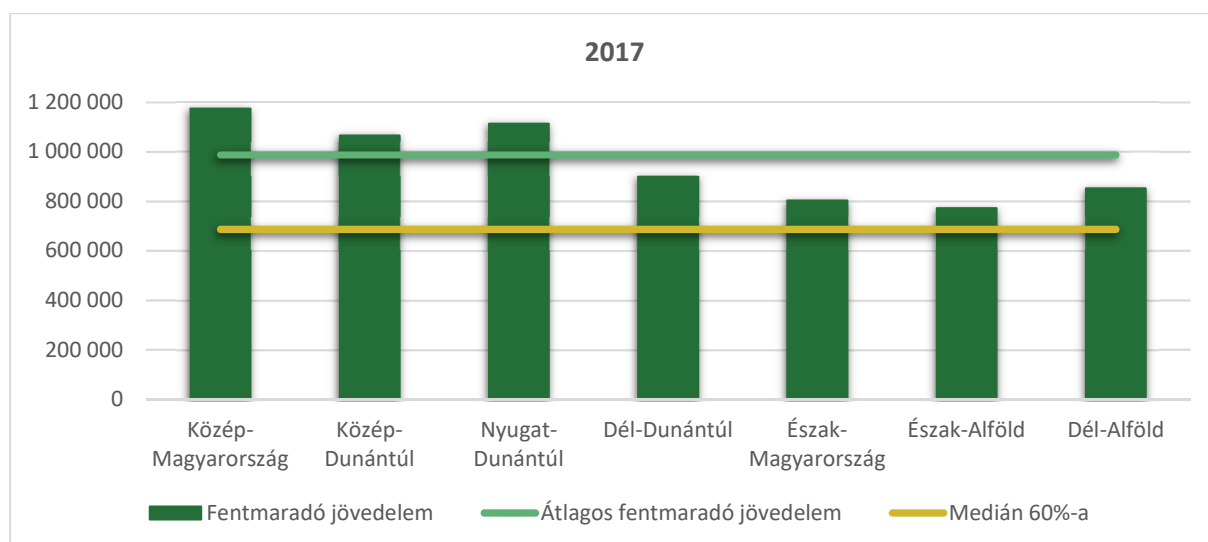
A rendelkezésre álló adatok alapján a következő korrekciókat végeztük el:

- A kiadásokat felszoroztuk a KSH által közölt háztartások átlagos taglétszámával mind a régiók, mind az egyes településtípusok esetében
- a mediánjövedelmet az 5-6. jövedelmi decilis számtani közepéből számítottuk ki.

Mindezek alapján megállapítható, hogy 2017-re javult a háztartások energiaszegénységi helyzete. A legvesélyeztetettebb területek az Észak-Alföldön találhatóak, míg a településtípusok közül a községekben élők helyzete a legkiszolgáltatottabb.

**VI-1. ábra: Energiaszegénységi mutató alakulása az egyes régiók és településcsoportok vonatkozásában, 2010. és 2017.**





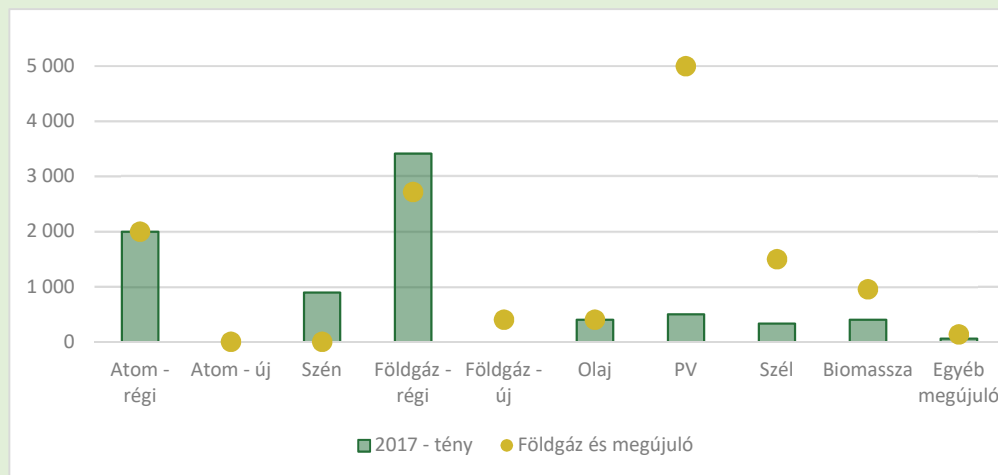
Forrás: KSH

### 3. SZ. MELLÉKLET: A REKK 2019-ES TANULMÁNYÁBAN ALKALMAZOTT FORGATÓKÖNYVEK ÖSSZEFOGLALÓJA

| Forgatókönyv                   | Fő feltételezés                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kapacitásösszetétel 2030-ra, MW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|-------------------------------------|-------------|------|------|-----------|---|------|------|-----|-----|----------------|------|------|--------------|---|-----|------|-----|-----|----|-----|------|------|-----|------|-----------|-----|------|----------------|-----|-----|
| Átmenet nélküli dekarbonizáció | <ul style="list-style-type: none"> <li>2030-ra elsősorban két karbonsemleges erőforrásra –az atomenergiára, illetve a megújuló-energiaforrásokra –épül a hazai erőművi szektor</li> <li>Paks II. esetében az első blokk 2029-ben, a második blokk 2032-ben áll üzembe.</li> </ul>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Erőforrás</th> <th>2017 - tény (MW)</th> <th>Átmenet nélküli dekarbonizáció (MW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Atom - régi</td> <td>2000</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>Atom - új</td> <td>0</td> <td>1200</td> </tr> <tr> <td>Szén</td> <td>900</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Földgáz - régi</td> <td>3400</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>Földgáz - új</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Olaj</td> <td>400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>PV</td> <td>500</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>Szél</td> <td>300</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>Biomassza</td> <td>400</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>Egyéb megújuló</td> <td>100</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table> | Erőforrás | 2017 - tény (MW) | Átmenet nélküli dekarbonizáció (MW) | Atom - régi | 2000 | 2000 | Atom - új | 0 | 1200 | Szén | 900 | 0   | Földgáz - régi | 3400 | 800  | Földgáz - új | 0 | 0   | Olaj | 400 | 400 | PV | 500 | 5000 | Szél | 300 | 1500 | Biomassza | 400 | 1000 | Egyéb megújuló | 100 | 200 |
| Erőforrás                      | 2017 - tény (MW)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Átmenet nélküli dekarbonizáció (MW)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Atom - régi                    | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Atom - új                      | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Szén                           | 900                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Földgáz - régi                 | 3400                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Földgáz - új                   | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Olaj                           | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| PV                             | 500                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Szél                           | 300                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Biomassza                      | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Egyéb megújuló                 | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Fosszilis túlsúlyos eset       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Az új atomerőművi blokkok nem valósulnak meg, azokat elsősorban fosszilis erőforrásokkal helyettesítik.</li> <li>2030-ban még két lignittüzelésű blokk üzemel a Mátrai Erőműben, illetve a földgáztüzelésű erőművek beépített kapacitása is viszonylag magas.</li> </ul> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Erőforrás</th> <th>2017 - tény (MW)</th> <th>Fosszilis túlsúlyos eset (MW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Atom - régi</td> <td>2000</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>Atom - új</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Szén</td> <td>900</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>Földgáz - régi</td> <td>3400</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>Földgáz - új</td> <td>0</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Olaj</td> <td>400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>PV</td> <td>500</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>Szél</td> <td>300</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>Biomassza</td> <td>400</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Egyéb megújuló</td> <td>100</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>       | Erőforrás | 2017 - tény (MW) | Fosszilis túlsúlyos eset (MW)       | Atom - régi | 2000 | 2000 | Atom - új | 0 | 0    | Szén | 900 | 500 | Földgáz - régi | 3400 | 2700 | Földgáz - új | 0 | 400 | Olaj | 400 | 400 | PV | 500 | 3000 | Szél | 300 | 800  | Biomassza | 400 | 600  | Egyéb megújuló | 100 | 200 |
| Erőforrás                      | 2017 - tény (MW)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Fosszilis túlsúlyos eset (MW)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Atom - régi                    | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Atom - új                      | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Szén                           | 900                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Földgáz - régi                 | 3400                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2700                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Földgáz - új                   | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Olaj                           | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| PV                             | 500                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Szél                           | 300                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Biomassza                      | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |
| Egyéb megújuló                 | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                  |                                     |             |      |      |           |   |      |      |     |     |                |      |      |              |   |     |      |     |     |    |     |      |      |     |      |           |     |      |                |     |     |

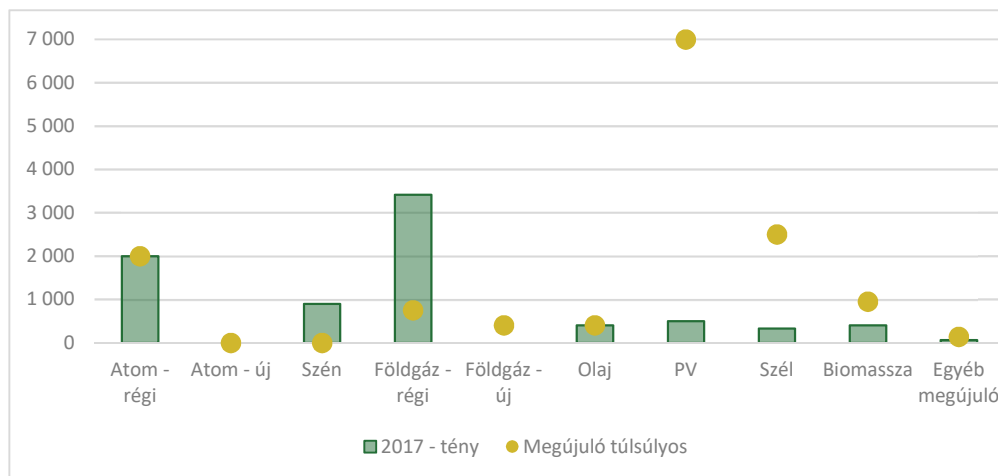
### Földgáz és megújuló

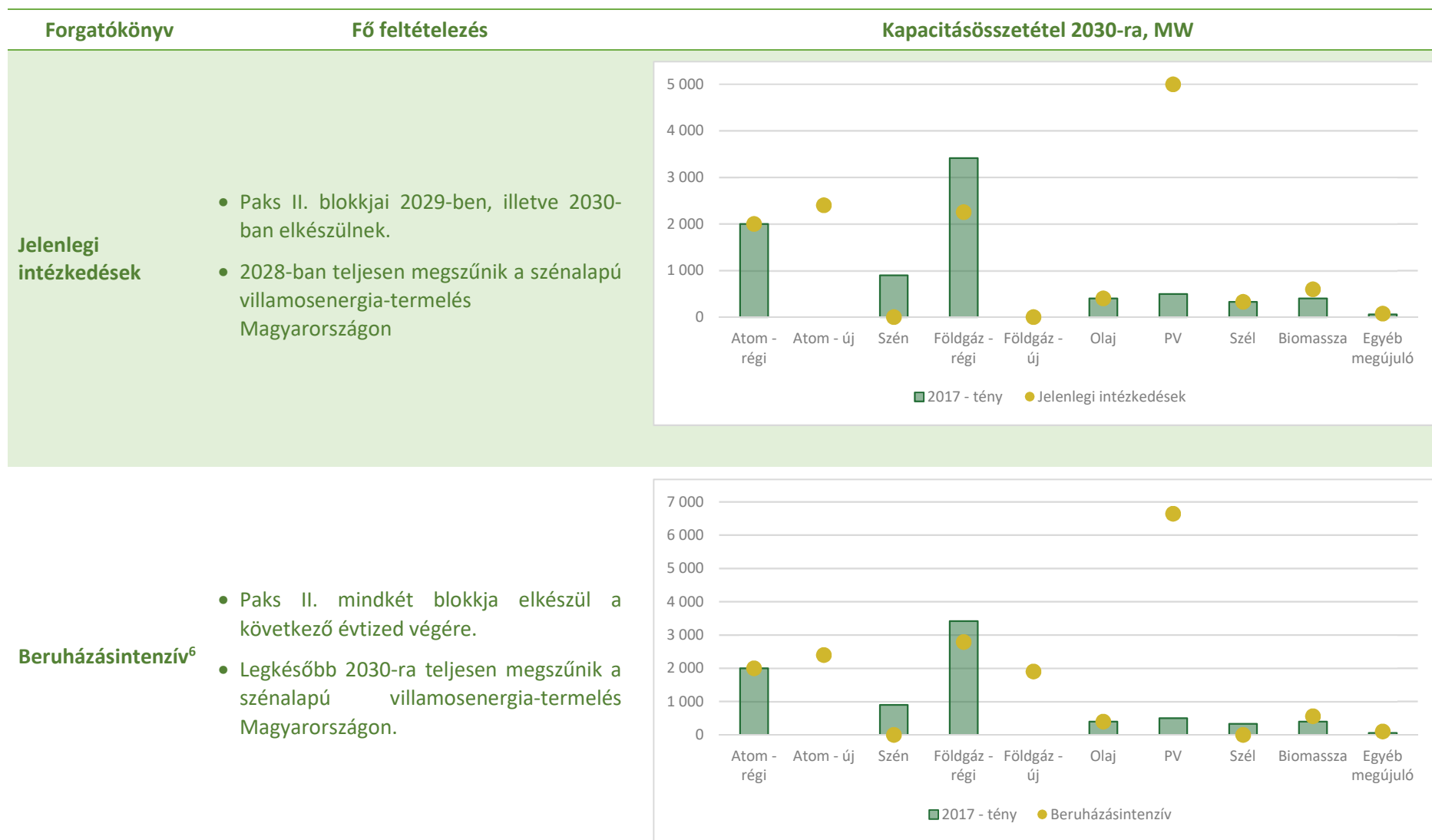
- Paks II. nem épül meg, átadva a helyet megújuló és földgázalapú termelőknek.
- A Mátrai Erőmű lignitalapú áramtermelése a 2020-as évek végére teljesen megszűnik, viszont a földgáztüzelésű erőművek beépített kapacitása is viszonylag magas



### Megújuló túlsúlyos

- A szentes kapacitás teljesen eltűnik a húszas évek közepére és a gázos kapacitások mértéke jelentős mértékben lecsökken
- A Paks II. projekt nem valósul meg, azt jelentős mértékű megújuló erőforrások helyettesítik





<sup>6</sup> A Beruházásintenzív forgatókönyv megegyezik az ITM által készített Nemzeti Energia-és Klímatesterve (NEKT) előzetes verziójában felvázolt WAM (With Additional Measures) forgatókönyvével.

| Forgatókönyv | Fő feltételezés | Kapacitásösszetétel 2030-ra, MW |
|--------------|-----------------|---------------------------------|
|              |                 |                                 |

*Forrás: REKK alapján, (p. 146-152)*