

A VILLAMOSENERGIA-FELHASZNÁLÁS VÁLTOZÁSA

Lipták Róbert

Ph.D. hallgató, Miskolci Egyetem, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet,
Elektrotechnikai és Elektronikai Intézeti Tanszék
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: elkrobi@uni-miskolc.hu

Hadházi Tibor

villamosmérnök alapszakos hallgató, Miskolci Egyetem, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet,
Elektrotechnikai és Elektronikai Intézeti Tanszék
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: hadhazitobor97@gmail.com

Absztrakt

A tanulmány a jelenlegi villamosenergia felhasználást, valamint a közeljövőben prognosztizálható villamos energia fogyasztást mutatja be, továbbá ezen fejlesztések és lehetséges beruházásokat írja le. A folyamatosan növekvő villamosenergia igény egy részét képesek vagyunk az újonnan létesülő megújuló energiaforrásokkal üzemelő erőművekkel ellátni, azonban továbbra is jelentős az import energia függőségünk. Nem csak a villamosenergia iránti igény növekszik évről évre, hanem a napi csúcsterhelések is évről évre egyre nagyobbak. Éves szinten a hazai villamosenergia-igény több mint harmadát importból fedezzük. Ennek több oka is ismeretes. Egyrészt a hazai erőműpark elöregedett, így hatékonyságuk jelentősen eltér az elvártaktól, így üzemeltetésük sok esetben nagyobb költséggel jár, mint amennyiért a megtermelt villamos energiát el tudják adni; másrészt a külföldi termelők a kiemelkedő hatékonyságú erőműveik miatt, az üvegházhatás és globális felmelegedés megakadályozáshoz a megújuló energiaforrások kapacitásának további bővítése szükséges. Valamint alap- és menetrendtartó erőművek építésére is szükség van. További kérdés még, hogy a jövőre tekintve, hogyan változhat meg a villamosenergia-termelés, hogyan lehet környezetbarátabb, illetve az egyre nagyobb fogyasztói igényeket miként lehet kielégíteni.

Kulcsszavak: villamosenergia felhasználás, erőművek, megújuló energia, villamosenergia igény, villamos hálózat

Abstract

This paper presents the current electricity consumption as well as the electricity consumption that can be predicted in the near future. It also describes these developments and potential investments. We are able to supply part of the constantly growing demand for electricity with newly established renewable energy power plants, but our dependence on imported energy is still significant. Not only is the demand for electricity increasing year by year, but the daily peak loads are also increasing year by year. On an annual basis, we cover more than a third of the domestic electricity demand from imports. On the one hand, the domestic power plant park is obsolete, so their efficiency differs significantly from expectations, so in many cases their operation is more expensive than they can sell the electricity produced; on the other hand, foreign producers due to their highly efficient power plants. Further capacity building for renewable energy sources is needed to prevent the greenhouse effect and global warming. There is also a need to build basic and scheduled power plants. Another question is how, in the

future, electricity production can change, how it can be more environmentally friendly and how growing consumer needs can be met.

Keywords: *electricity consumption, power plants, renewable energy, electricity demand, electricity network*

1. Bevezetés

Napjainkban a villamosenergia szerves részévé vált életünknek, ezt leginkább akkor érzékeljük, amikor egy esetleges áramkimaradás során pár órára nélkülözniünk kell a villamosenergiát. Ezen idő alatt úgy érezhetjük, hogy cselekvőképtelenné váltunk. A háztartási eszközeink és tömegközlekedési eszközeink túlnyomó többségének a működéséhez is villamosenergia szükséges, ilyenek például a mosógép, hűtő, fagyasztó, porszívó, robotgép, villanysütő, mikrohullámú sütő, vonat, metró, villamos, trolibusz, elektromos buszok és elektromos autók. A világításhoz is általánosságban az elektromos áramot használjuk. A telefonok, laptopok, TV-k és egyéb infokommunikációs eszközök működéséhez szintén nélkülözhetetlen a villamosenergia. Egyes eszközök akkumulátorok segítségével tárolják ezt az energiát, valamint meg kell említenünk, hogy az internet és wifi működéséhez is szükség van villamosenergiára. Az elmúlt időkből elterjedtebbé vált a klímák használata, ezen eszközök használatával és a technikai fejlődés során egyre több villamosenergiára van szükségünk.

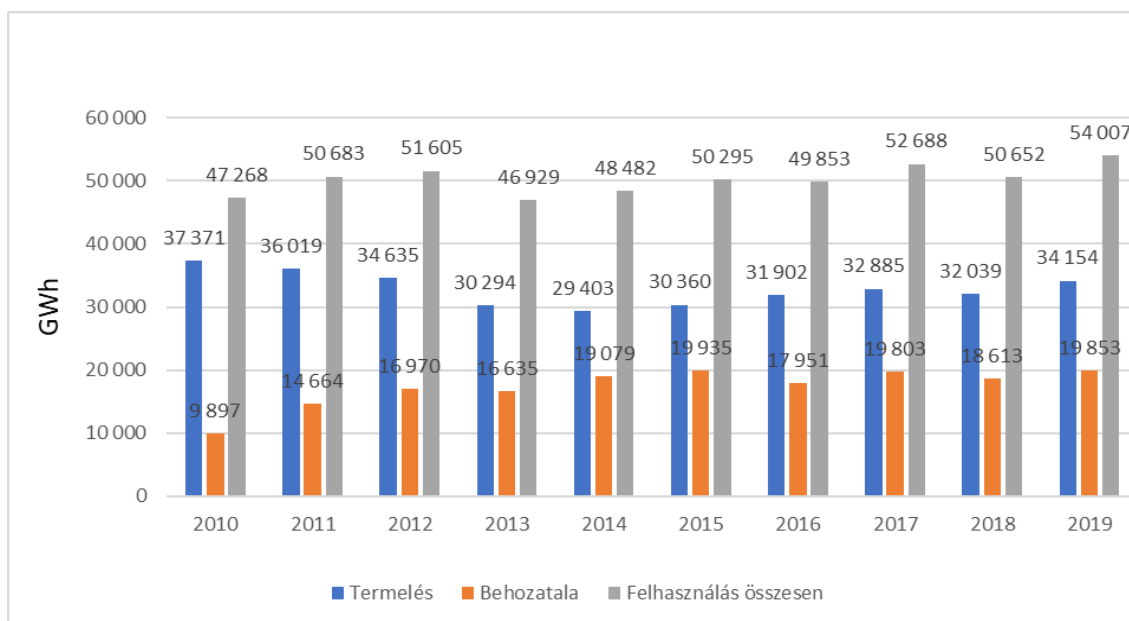
Az előbbieken felsorolt eszközök nélkül szinte már el sem tudjuk képzelni az életünket, főleg a koronavírus idején, amikor a legtöbb tanuló/hallgató távoktatásban tanul, illetve legtöbbször home office-ban dolgoznak. Mivel az előbb említett eszközök teljesen az életünk részévé váltak, így gyakran a villamosenergiára szinte természeti jelenségként tekintünk. Pedig a villamosenergia-termelése és szállítása mögött komoly feladatok és munkák vannak. A termelés során, pedig hatással vagyunk a környezetre. A következőkben szeretnénk bemutatni, hogy az elmúlt években, miben változott a villamosenergia-termelés és ez, milyen hatással van a környezetre, valamint szeretném bemutatni, hogy a jövőre tekintve, hogyan változhat meg a villamosenergia-termelés, hogyan lehet környezetbarátabb, illetve az egyre nagyobb fogyasztói igényeket minként lehet kielégíteni.

2. Magyarország villamosenergia-termelése 2010 és 2019 között

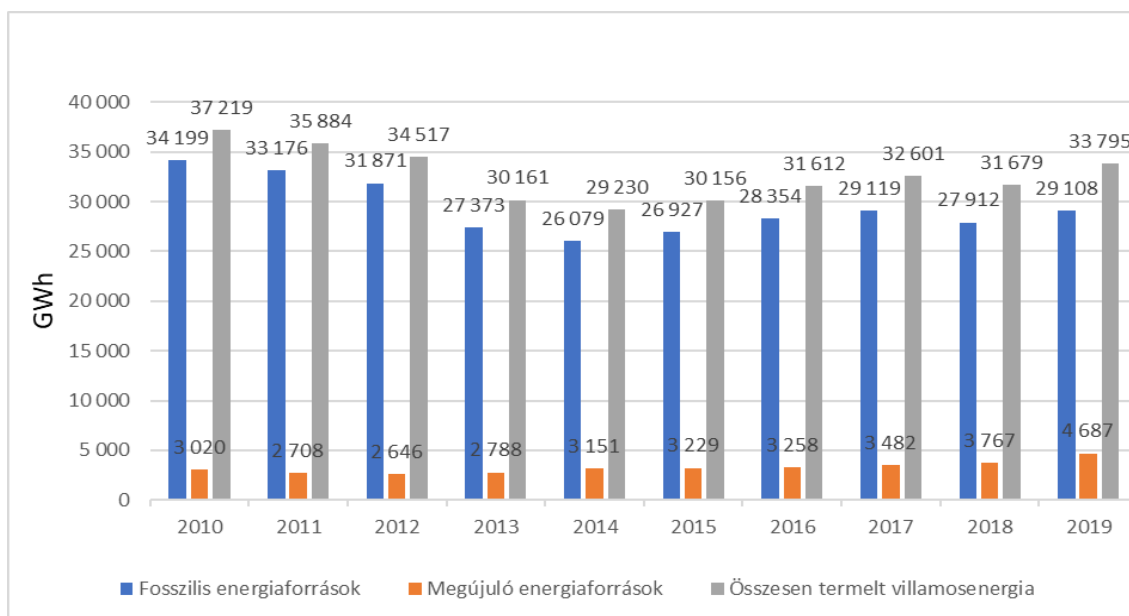
Az 1. ábrán a KSH adatait felhasználva láthatjuk, hogy Magyarországon 2010 és 2019 között évekre lebontva, mennyi villamosenergiát használtunk fel, illetve ez a villamosenergia, hogyan oszlik meg a Magyarországon megtermelt, illetve import villamosenergia arányában.

Ahogy láthatjuk az elmúlt 11 év közül 2013-ban használtunk a legkevesebb villamosenergiát és 2019-ben a legtöbbet, ehhez hasonló mennyiséget 2007-ben használtunk. A KSH adatai alapján 1990 és 2000 között átlagban 39.390 GWh energiát használtunk fel. 2000 és 2010 között átlagosan 48.816 GWh-t használtunk. 2010 és 2019 között pedig 50.246 GWh-t. Ezekből látható, hogy egyre több és több villamosenergiát használtunk fel, amely folyamat vélhetően a következő években is hasonló tendenciát fog mutatni.

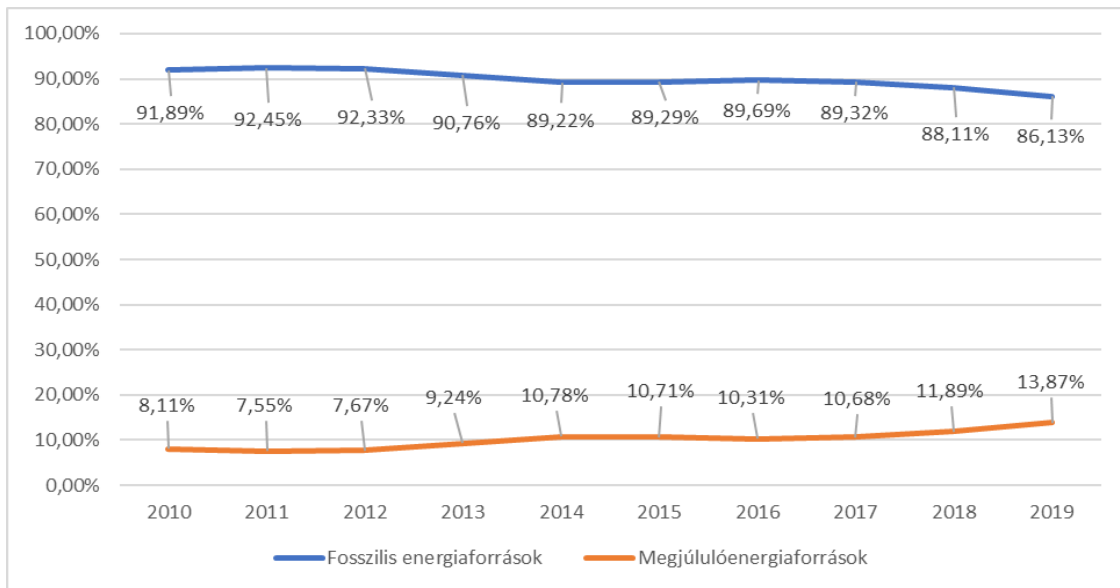
A 2. ábra megmutatja, hogyan oszlik meg a Magyarországon termelt villamosenergia fosszilis és megújuló energiaforrások arányában GWh-ban megadva. Mivel nem minden évben használtunk ugyanannyi villamosenergiát, így nem látszik, hogy az összesen elhasznált energia hány százaléka származik a fosszilis és megújuló energiaforrásokból, ezt a 3. ábra jobban fogja szemléltetni.



1. ábra. Magyarország villamosenergia-felhasználásának változása 2010 és 2019 között.



2. ábra. Magyarországon termelt villamosenergia és megoszlása.



3. ábra. Magyarországon termelt villamosenergia és megoszlása százalékban.

A 3. ábrából már jobban kivehető, hogy a Magyarországon termelt összes villamosenergia hány százaléka, milyen energiaforrásból származik. Ahogy láthatjuk, a fosszilis energiaforrások folyamatosan csökkennek, míg a megújuló energiaforrásokból származó villamosenergia aránya folyamatosan nő. Ahogyan láthattuk a folyamatosan növekvő villamosenergia igény egy részét képesek vagyunk az újonnan létesülő megújulóenergiaforrásokkal üzemelő erőművekkel, azonban továbbra is jelentős az import energia függőségünk.

Az üvegházhatás és globális felmelegedés megakadályozáshoz a megújuló energiaforrások kapacitásának további bővítése szükséges. Azt, hogy a következő években, hogyan fognak alakulni a villamosenergia fogyasztási szokások, illetve a termelt energia, hogyan oszlik meg megújuló és nem megújuló energiaforrások arányában, nehéz megjósolni. Azonban a rendelkezésre álló több évtizedes adathalmaz nagy segítségünkre lehet. Az elmúlt évtizedek fogyasztási adataiból jól látszik, hogy évente átlagosan 1,4%-kal növekszik a villamosenergia-felhasználás. 2030-ra a hazai villamosenergiafelhasználás 15%-kal nagyobb lehet a jelenlegihez képest. Ezzel meghaladhatja a 62.025 GWh-t.

3. Magyarország erőműhátterének jövőbeli átalakulása

A Nemzeti Energiastratégia célkitűzései között a napelemes erőművek és a biomassza alapú erőművek létesítésének növelése várható az új atomerőművi blokkok mellett. A prognózist a fenti adatokra, valamint arra építhetjük, hogy 2030-ra üzembe kerülhet Paks II, továbbá új napelemes és biomassza erőművek létesülnek. Arra kicsi az esély, hogy Magyarországon a hagyományos és megújuló energiaforrások aránya a villamosenergia-termelésben keresztezni fogja egymást, azaz, hogy a megújuló energiaforrások aránya fog dominálni. Ez azért történhet, mert Paks II. megépülésével a hagyományos energiaforrásokból származó energia maradhat a meghatározó, azok közül is az atomenergia. Az új erőmű megépülésével energia függőségünk jelentősen csökkenhet, valamint tekintettel arra, hogy az atomerőmű a működése közben a többi erőművekhez képest a legkevesebb üvegház hatású gázt bocsátja ki, így a klímaváltozás megakadályozásához is jelentősen hozzájárul. Azonban nem szabad

figyelmen kívül hagyni, hogy a hazai -hagyományos- erőműveink szinte kizárólag külföldről származó üzemanyaggal fog működni, ezért a külföldi üzemanyagfüggőségünk tovább fog növekedni (Stróbl, 2015; Szűcs, 2019). Amennyiben az atomenergia és a megújuló energiaforrások fognak dominálni a villamos energiatermelésben és a szén, lignit, valamint az egyéb fosszilis anyagokat égető erőművek háttérbe szorulnak, úgy a karbonlábnyomunk is méréskelhető.

Azt sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy nem csak a villamosenergia iránti igény növekszik évről évre, hanem a napi csúcsterhelések is évről évre egyre nagyobbak. A napi csúcsterhelések az utóbbi években jellemzően 6.500 és 7.000 MW között alakultak, amely értékek meghaladják a hazai erőműpark nettó kapacitását, így az importfüggőség igen jelentős (Stróbl, 2015). Éves szinten a hazai villamosenergia-igény több, mint harmadát importból fedezzük. Ennek több oka is ismeretes. Egyrészt a hazai erőműpark elöregedett, így hatékonyságuk jelentősen eltér az elvártaktól, így üzemeltetésük sok esetben nagyobb költséggel jár, mint amennyiért a megtermelt villamos energiát el tudják adni; másrészt a külföldi termelők a kiemelkedő hatékonyságú erőműveik miatt, vagy a saját országbeli fogyasztási igény hiánya miatt olcsóbban tudják a rendelkezésünkre bocsátani a villamosenergiát (Morvai, 2012). A közeljövőben ezek az arányok jelentősen nem fognak változni, annak ellenére sem, hogy nagyvolumenű erőműépítések várhatók (Paks II és napelemes erőművek). Ennek legfőbb oka, hogy számos hazai nagyerőmű még ebben az évtizedben eléri a tervezett, illetve a már korábban meghosszabbított élettartamát, így azok leállítása elkerülhetetlen. A Mátrai Erőmű várhatóan 2025-2026 körül olyan döntés előtt fog állni, amely az erőmű teljeskörű felújítását, vagy a teljes leállítását fogja eredményezni. Ha az utóbbi valósul meg, akkor mintegy 1.000 MW kapacitás fog kiesni a magyar villamosenergia-rendszerből, amit csak részben fog tudni kompenzálni az addig létesítendő új 1.500-2.000 MW teljesítményű napelemes erőműpark. Megoldást jelenthetnek az új típusú biomassza alapú erőművek, amelyek a hagyományos égetéses technológia mellett a gázosítás, vagy éppen a pirolízis módszerét alkalmazzák (Szűcs, 2019; Bodnár, 2017).

Szintén nem elfelejtendő, hogy míg a hagyományos energiaforrásokat, vagy a biomasszát, illetve biogázt hasznosító erőművek éves teljesítménykihasználtsága átlagosan 70-90% között alakul, addig a napelemes erőművek 10-15%-át használják ki a kapacitásuknak (Bükki, 2004). Ráadásul a napelemek termelése időhöz kötött és időjárásfüggő, így nem alkalmas teljes mértékben kiváltani a hagyományos erőműveket. Mindezeket figyelembe véve elkerülhetetlen a helyi-, vagy az ipari méretű villamosenergia-tárolás bevezetése. Helyi szinten az akkumulátoros és a forgó mozgáson alapuló tárolók, ipari méretekben a hidrogén alapú, vagy a szivattyús-tározós vízerőművek jelenthetnek megoldást (Bodnár, 2017).

A fokozatosan kieső teljesítmények pótlására pedig további korszerű erőművek, elsősorban biomassza gázosításán vagy pirolízisén alapuló, építése szükséges, hogy elkerülhető legyen az importtól való függőség további növekedése és a környezetbarátabb villamosenergia-termelés megvalósítható legyen; a villamosenergia fajlagos karbonlábnyomának a csökkentése megtörténjen.

A növekvő tendencia miatt a bruttó hazai csúcsterhelés 2030-ra elérheti a 8.500-9.000 MW-ot. A jövőbeni erőműmixnek ezeket az igényeket kell kielégítenie.

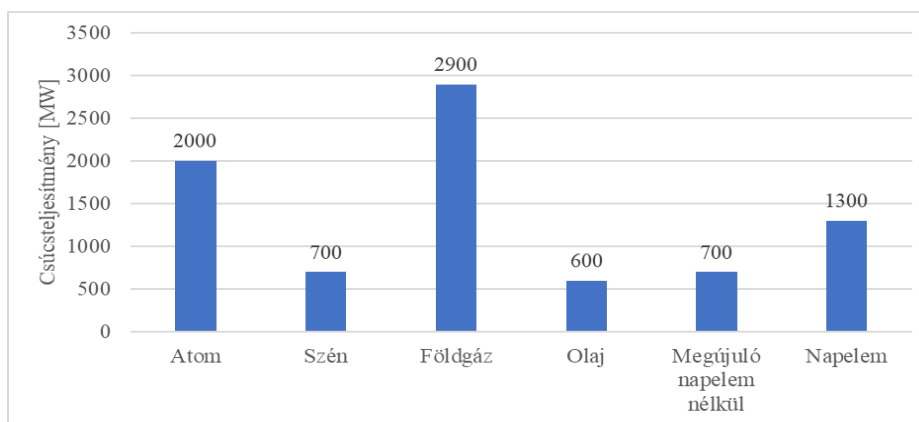
Ha a megújulók fajlagos beruházási költségét nézzük, akkor az látható, hogy a biomassza erőművek költségei nem változnak, viszont a napelemes rendszerű- és a szél-erőművek beruházási költsége jelentősen csökken. A napelemes erőművek beruházási költsége az elmúlt 10 évben kevesebb, mint a felére csökkent (Bodnár, 2019). A hagyományos erőművek közül jelenleg is és a jövőben is a nyílt ciklusú gázturbinás erőművek beruházási költsége a legalacsonyabb. A lignit- és széntüzelésű erőművek nagyon drágák lesznek a jövőben is és a villamosenergia-termelés karbonlábnyomának csökkenté-

sének sem kedveznek. A gáztüzelésűekkel viszont az a probléma, hogy az üzemeltetési költségük nagyban függ a gáz árától, ez Magyarországon manapság is komoly gondot jelent (Ősz, 2011).

Jelenleg Magyarország a biomassza potenciáljának mintegy 15%-át hasznosítja. Amennyiben a teljes potenciált biomassza tüzelésű erőműben hasznosítanánk, akkor mintegy 2.800 MW összteljesítményű új erőművet létesíthetnénk. Ez csaknem 3 db Mátrai Erőmű üzemeltetését tenné lehetővé (Bodnár, 2017). A Mátrai Erőmű hatásfoka jelenleg 29%, de az újonnan üzembe helyezett ligniterőművek hatásfoka már a 43%-os hatásfokot is elérhetné (Bodnár, 2017; Bodnár and Plásztán, 2016; Bihari, 2012; Tóth et al., 2011). Természetesen a települési szilárd hulladékok és az abból készülő másodtüzelőanyagok felhasználásának további bővítésében is gondolkodnunk kell. A célkitűzések azonban a napelemes rendszerek terjedésének kedveznek, így nem várható nagy mértékben a biomassza vagy a települési szilárd hulladék hasznosítására épülő erőmű. Amennyiben tovább folytatódik ez a célkitűzés, miszerint 2030-ig évente átlagosan 500 MW kapacitású új napelemes erőművet kell építeni, akkor 2030-ra a napelemes erőművek összkapacitása el fogja érni a 6.000 MW-ot. A napelemes erőművek beépített összkapacitása már az idei évben el fogja érni a Paksi Atomerőmű jelenlegi teljesítményét, azaz a 2.000 MW-ot (Stróbl, 2015).

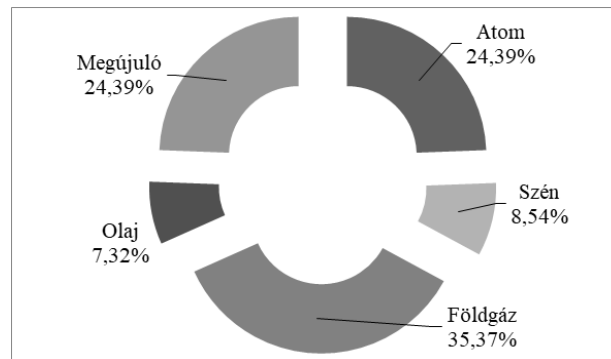
4. Erőművi kapacitások napjainkban és a jövőben

Magyarország jelenlegi erőmű-összetételét a 4. ábra szemlélteti: 2.000 MW atom, 700 MW szén (első sorban lignit), 2.900 MW földgáz, 600 MW olaj, 700 MW megújuló energiaforrás a napelemes erőművek nélkül, valamint kb. 1.300 MW napelemes erőmű, így összesen kb. 8.200 MW beépített teljesítménnyel rendelkezünk jelenleg.



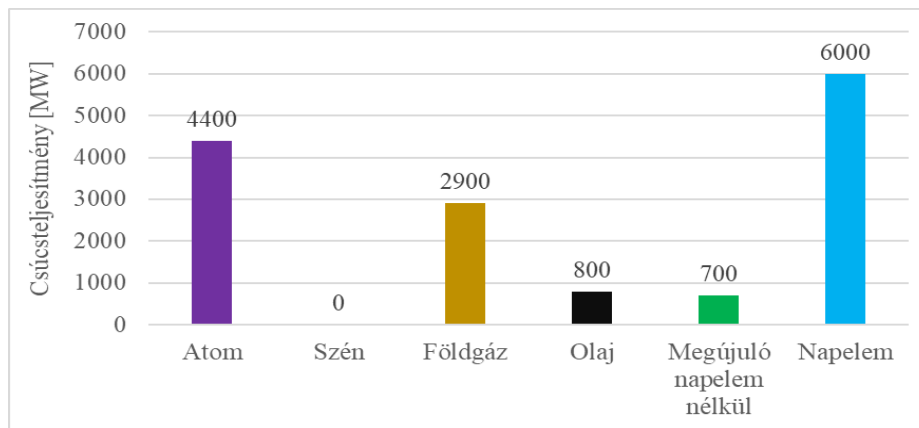
4. ábra. Beépített erőművi teljesítmények Magyarországon, 2021 tavaszán.

Az 5. ábrán megfigyelhető, hogy 2021-ben az atomenergia és a megújuló energiaforrások aránya egyformán 24,39%-ot tesz ki az összes beépített erőművi teljesítmény tekintetében. A földgáz üzemű erőművek a 35,37%-os részesedési aránnyal vezető szerepet fognak betölteni. A széntüzelés 8,54%-ot, az olajtüzelés 7,32%-ot fog képviselni. Továbbra sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ezek csak a beépített kapacitásokra vonatkoznak. A villamosenergia-termelés körképe ettől drasztikusan különbözik az erőművek éves csúcsteljesítmény-kihasználhatósága miatt.



5. ábra. Beépített erőművi teljesítmények aránya Magyarországon, 2021 tavaszán.

A 6. ábra szemlélteti Magyarorszag 2030-ra várható erőművi teljesítmény-összetételét. Ha csak Paks 2 épülne meg és csak a Mátrai Erőmű kerülne leállításra, akkor közép/hosszú távon egy erőműves országgá válnánk és egyik erőművünk sem magyar tüzelőanyaggal működne. 2030-ra várhatóan a hagyományos erőművek részesedése a hazai villamosenergia-termelésben 83,77%-ra fog csökkenni, míg a megújuló energiaforrások aránya 16,23%-ra fog nőni köszönhetően a napelemes erőműveknek.



6. ábra. Beépített erőművi teljesítmények Magyarországon, prognózis 2030.

5. Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a jövőben szükség lesz új erőművek építésére, a jelenleg még üzemelő, de folyamatosan előregedő és leállítandó alap- és menetrendtartó erőművek, valamint a gyors kiegyensúlyozó képességgel rendelkező csúcserőművek pótlására. Az atomenergia mellett a lignit- és a biomassza tüzelésű erőművek, valamint a folyamatosan csökkenő bekerülési költségű napelemes erőművek létesítésével növelhetjük Magyarország villamosenergia-rendszerének biztonságát. Azonban nem szabad elfelejteni, hogy a lignit- és a biomassza erőműveknél a legújabb generációkat, azaz a gázosításon és a pirolízisen alapuló rendszereket érdemes alkalmazni, illetve kooperálni a napelemes erőművekkel, ezáltal a Villamosenergia-Rendszer hatékonyabban üzemeltethető.

6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az NTP-SZKOLL-20-0022 azonosítószámú „Fókusz'21 - Középpontban a közösség digitális kompetenciák fejlesztése által” projekt keretében valósult meg az Emberi Erőforrások Minisztériuma és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő támogatásával.

Irodalom

- [1] Bodnár, I. (2019). *Napelemek működésének alapjai, a napelemes villamosenergia termelés elmélete és gyakorlati megvalósítása*. Miskolci Egyetem, Micropress Kft. ISBN 978-615-00-456-65.
- [2] Stróbl, A. (2015). *A magyarországi erőműépítés jövője, főbb kérdései*. Előadásanyag, Energetikai Szakkollégium.
- [3] Szűcs, G. (megtekintés dátuma: 2021. március 2.) *Magyarország villamos energia termelése és felhasználása 2018-ban*. <https://villanyautosok.hu/2019/11/12/magyarország-villamos-energia-termelése-es-felhasználása-2018-ban/>
- [4] Bodnár, I. (2017). *Fás szárú biomasszák és települési szilárd hulladékok termikus hasznosítása*. Miskolci Egyetem, Micropress Kft. ISBN 978-963-12-7604-6.
<https://doi.org/10.33895/mtk-2017.06.05>
- [5] Bodnár, I., Plasztán, B. (2016). Fás szárú biomasszák pirolitikus hasznosításának termokinetikai modellezése. *GÉP*, LXVII(3), pp. 5-12.
- [6] Morvai, Gy. (2012). *Villamosenergetika*. Edutus Főiskola, p. 94.
- [7] Bükki, G. (2004). *Erőművek*. Műegyetemi Kiadó, p. 608.
- [8] Ósz, J. (2011). *Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés*. BME.
- [9] Bihari, P. (2012). *Energetikai alapismeretek*. BME, p. 232.
- [10] Tóth, P., Bulla, M., Nagy, G. (2011). *Energetika*. p. 204.