

Hálózatra visszatápláló HMKE által termelt és a háztartás által fogyasztott villamos energia adatok elemzése

Somogyiné Molnár Judit¹, Kovács Attila²

¹Elektrotechnikai és Elektronikai Intézeti Tanszék, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolc, Magyarország, e-mail: judit.somogyine@uni-miskolc.hu

²Elektrotechnikai és Elektronikai Intézeti Tanszék, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolc, Magyarország, e-mail: attila.kovacs@zf.com

Absztrakt: A cikkben egy egri családi ház tetőszerkezetére szerelt, hálózatra visszatápláló üzemű háztartási méretű kiserőmű (HMKE) által a 2020-2022 közötti időszakban termelt villamosenergia-mennyiségeket elemezzük és vetjük össze a hasonló időszakban a család által fogyasztott mennyiségekkel. A vizsgálatokat évekre és hónapokra bonjuk le. A 3 éves adatsorok átlagát elemezve kijelenthető, hogy évente a HMKE ~1100 kWh villamos energia többletet termelt, de ennek eloszlása nem volt egyenletes, áprilistól októberig túltermelés, míg november és március hónapok között alultermelés volt jellemző. A Photovoltaic Geographical Information System online kalkulátora alapján kiszámítottuk a kiserőmű várható éves villamosenergia-termelését is, melyet összevetve a vizsgált 3 év átlagával, megállapítottuk, hogy csupán 1,9%-kal termelt kevesebbet a HMKE, mint amennyit a PVGIS számolt, de az elméleti és tényleges havi adatok közti eltérés eloszlása nem volt egyenletes. Ezek alapján arra következtethetünk, hogy a napelemes rendszer éves termelése fedezni tudja a háztartás várható villamosenergia-igényét, de a fogyasztás optimalizálásához célszerű lesz okos rendszert telepíteni.

Kulcsszavak: napelemes rendszer; háztartási méretű kiserőmű; hálózatra visszatápláló üzem; termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiség; összehasonlítás

1 Bevezetés

A klímavédelmi stratégiák és programok leglényegesebb elemei a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésével kapcsolatos tervek, mivel a kibocsátott szén-dioxid globális felmelegedést okozó káros következményei jól ismertek. A csökkentés egyik módja a villamosenergia-termelés karbonsemlegesség tétele [1]. Közismert, hogy az emberiség folyamatosan növekvő energiaigényét egyre nehezebb

kielégíteni hagyományos energiaforrásokkal, ezért egyre fontosabb a megújuló energiaforrások használata, mint pl. a napelemes rendszerek, vagy szélenergiaerőművek.

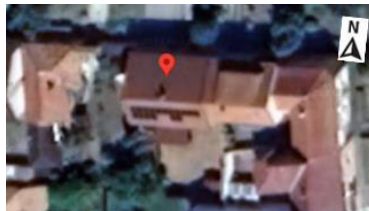
Napjainkban a hálózatra visszatápláló háztartási méretű kiserőművek (HMKE) esetében a szolgáltatóval történő elszámolás feltételei, a jogszabályi környezet folyamatosan változik. Azért is fontos egy kiserőművel termelt és az adott háztartás által fogyasztott villamosenergia-mennyiségek összehasonlítása, mert havi vagy éves szaldó, illetve bruttó elszámolás esetén egy napelemes rendszer hozama széles határok között változik. A havi szaldó és bruttó elszámolás azt jelenti, hogy havonta történik az elszámolás az áramszolgáltatóval a betáplált és a hálózathoz vételezett villamos energia tekintetében [2]. Természetesen nyári, napsütéses hónapokban sokkal több villamos energiát termel egy kiserőmű, míg a téli hónapokban jóval kevesebbet, ezért télen sokkal több villamos energiát kell vételeznie a kiserőmű tulajdonosoknak a hálózathoz. A téli vételezett energia ára sokkal magasabb, mint a nyári hónapokban termelt, de fel nem használt, így a hálózathoz betáplált villamos energia eladási ára. Emiatt az említett két elszámolással a tulajdonosok rosszabbul járnak és a HMKE megtérülési ideje is kitolódik. Tehát a jövőben a HMKE tulajdonosoknak arra kell törekedniük, hogy a saját kiserőműjük által megtermelt villamos energiából minél többet használjanak fel, vagy tárolják el akkumulátor telepeken. Előbbi pontos tervezést igényel, melyhez nagy segítséget nyújt, ha ismert, hogy melyik hónapban mekkora termelt villamos energiára számíthatunk.

2 A vizsgált háztartási méretű kiserőmű bemutatása

A vizsgált háztartási méretű kiserőmű egy egri családi ház tetőszerkezetére lett telepítve 2019 szeptemberében. A sátoztető dőlésszöge $39,52^\circ$, míg tájolása teljesen déli. A rendszert 17 db JA Solar JAM60S01 monokristályos panel alkotja, egyenként 300 Wp teljesítményűek. A HMKE 5,1 kWp teljesítményű, a panelek hatásfoka az adatlapjuk alapján 18,35%. A rendszerveszteség a HMKE összes vesztesége, amely miatt a villamosenergia-hálózatba ténylegesen betáplált mennyiség kisebb, mint a kiserőmű által termelt. Ennek a veszteségnek több oka is van, mint például a vezetékek, inverterek veszteségei, vagy az esetleges szennyeződések a panelek felületén (por, hó, madárürülék stb.) [3, 4]. Egy 100%-hoz közeli hatásfokú inverterrel, vagy a panelek rendszeres tisztításával a rendszerveszteség csökkenthető. A kiserőmű egy 98%-os hatásfokkal rendelkező háromfázisú Zeversolar Evershine TLC5000 típusú 5kW-os inverterrel került telepítésre. Természetesen az évek múlásával a napelem modulok is veszítenek teljesítményükből, így az átlagos éves teljesítmény a rendszer élettartama során néhány százalékkal alacsonyabb lesz, mint az első években. Mivel a kiserőmű néhány éve lett telepítve, jelen vizsgálatainknál ezt nem vettük figyelembe. Közismert, hogy déli tájolás 30-40 fokos dőlésszöggel párosítva a legideálisabb eset, ahhoz, hogy a napelem éves villamosenergia-termelése a lehető legnagyobb

legyen [4, 5]. Ideális dőlésszög és tájolás, árnyékoltságtól mentes tető, valamint minőségi polikristályos vagy monokristályos rendszer esetén Magyarországon egy kiserőmű évente átlagosan 1100 kWh villamos energiát termel kWp-enként [2, 4]. Ez az érték már figyelembe veszi a napsütéses órák számát, a felhőzöttséget és az egyéb veszteségeket is. Ez országos átlagnak tekinthető, de kisebb eltérés országon belül is van, mert Nyugat- vagy Észak-Magyarországon inkább 1050 kWh, míg a Dél-Alföldön 1150 kWh várható [2, 4]. Mivel a napsütéses órák száma Egerben átlagosan évi 2133 óra (országos viszonylatban átlagosan 1900-2200), a 1100 kWh/kWp értéket fogjuk alapul venni [6]. Tehát a családi házra szerelt 5,1 kWp-es rendszer várható éves villamosenergia-termelése 5610 kWh. A rendszert szerencsére monokristályos napelemmel szerelték, mert a napsütésben bővelkedő területeken ez a típus (míg a felhősebb területeken a polikristályos és a vékonyrétegű napelem) teljesít jobban [2, 3].

A családi házat az 1. ábrán láthatjuk, ahol megfigyelhető a napelemek felszerelésének elrendezése is, valamint az is megállapítható, hogy árnyékhattással nem kell számolnunk.



1. ábra

A családi ház tetőfelülete [7]

A tulajdonos a telepítés óta minden héten feljegyzi a kiserőmű által termelt és a háztartás által fogyasztott villamosenergia-mennyiségeket. Mivel a kiserőmű 2022.10.31. előtt lett telepítve, a 413/2022. (X. 26.) rendelet értelmében a fel nem használt villamos energia a közcélú hálózatba betáplálható. A 427/2023. (IX. 13.) Korm. rendelet szerint a kiserőmű üzembe helyezésének időpontját követő 10. év végéig éves szaldó elszámolás alkalmazható, azaz csak a már működő lakossági napelemes rendszereknél lesz továbbra is elérhető, valamint azoknál a kiserőműveknél, melyek tulajdonosai 2023.09.07. éjfélig jelezték fejlesztési igényüket a szolgáltatónál (a kivétel határideje 2026.01.01.). Egy hálózatra visszatápláló napelemes rendszerrel az éves szaldó elszámolás a legkedvezőbb, hiszen annak ellenére, hogy a kiserőmű termelése a napsütéstől függően pillanatról pillanatra változik, ezek egész évben összeadódnak, így a nyári túltermelés és a téli alultermelés ki tud egyenlítődni.

Fontos megemlíteni, hogy a 2023.09.07-e után a szolgáltatóhoz beérkező igények esetén egységesen bruttó elszámolást fognak alkalmazni. Bruttó elszámolásnál a hálózathoz vételezett (fogyasztott) villamos energia teljes mértékben kiszámlázásra kerül a fogyasztónak (az ELMŰ Hálózati Kft területén a kedvezményes árszabás 36,208, míg a lakossági piaci ár 70,104 Ft/kWh),

hasonlóan a HMKE nélküli villamos energia fogyasztás elszámolásához [8]. A hálózatba betáplált teljes villamosenergia-mennyiség pedig értékesíthető a szolgáltatónak, aki a visszatáplált energiáért azonban jelenleg mindössze 5,11 Ft/kWh árat fizet [8, 9]. Azaz a bruttó elszámolás, a havi szaldóval ellentétben nem kWh-ban fog történni, hanem forintban, azaz fokozottan számít a vételezett és az értékesített villamos energiaár közötti különbség. Összességében elmondható, hogy mivel a bruttó elszámolás nem évente, hanem havonta történik, ezért a jövőben kiserőművet telepítő családoknak a termelt havi villamos energia adatok elemzése segítséget nyújthat a napelemes rendszerük tervezésében, a fogyasztásuk optimalizálásában, illetve esetleges energiátárolási kapacitás kialakításában.

3 A kiserőmű által termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek összehasonlítása

A HMKE által a 2020-2022 közötti időszakban termelt villamosenergia-mennyiségeket havi bontásban az 1. táblázatban és a 2-4. ábrákon láthatjuk. Mivel ilyen hosszútávú adatsor állt rendelkezésre kiszámítottuk a 3 év átlagából képzett termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségeket is, melyet az 5. ábra mutat. Ha összevetjük a havonta a család által fogyasztott és a kiserőmű által termelt 3 év átlagából számított villamosenergia-mennyiségeket, megállapíthatjuk, hogy áprilistól októberig túltermelés volt, azaz többet termelt a HMKE, mint amennyi a család igénye volt (a többlet energia értékesítésre került), míg november és március hónapok között a kiserőmű nem termelt annyi villamos energiát, mint amennyire a családnak szüksége volt, így ekkor a szolgáltatótól vásárolták meg a hiányzó mennyiséget. Az éves adatokat külön-külön elemezve láthatjuk, hogy ez a megállapítás nem minden esetben helytálló, mivel 2021 és 2022 áprilisában alultermelés, míg 2022 márciusában túltermelés volt. Ennek az oka természetesen arra vezethető vissza, hogy a termelt villamosenergia-mennyiség nagyrészt a napsütéses órák számától függ. Ezért célszerű az ilyen vizsgálatokat több év átlagában elvégezni, így az esetleges kiugróan jó, vagy rossz hónapok kompenzálva lesznek. Az adatsorokat elemezve kijelenthető, hogy a HMKE átlagosan évente 1034 kWh villamos energia többletet termelt, de ennek az eloszlása nem volt egyenletes.

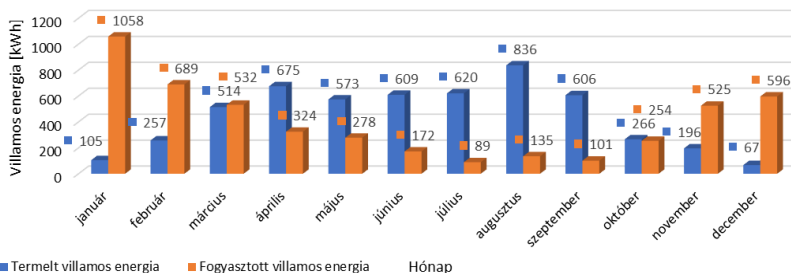
Ha egy háztartás adott teljesítményű napelemes rendszer telepítését tervezi, fontos információt szolgáltat, hogy melyik hónapban mekkora lesz a termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek közti különbség. Ezt láthatjuk a 6. ábrán a hároméves adatsorok átlagát felhasználva. Megfigyelhető, hogy májustól-szeptemberig gondos tervezéssel valószínűleg megvalósítható lenne az önellátás, hiszen a család havi átlagos fogyasztása 372 kWh. A téli hónapokban pedig az

elektromos fűtésrészegítés miatt mindenképpen jelentős mennyiségű energiát kell vásárolni.

1. táblázat

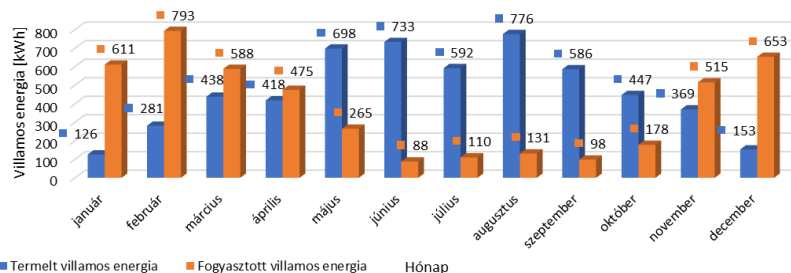
Termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek 2020-2022 között és az adatok átlaga

Hónap	Villamos energia (kWh)							
	2020		2021		2022		3 év átlaga	
	Termelt	Fogyasztott	Termelt	Fogyasztott	Termelt	Fogyasztott	Termelt	Fogyasztott
1	105	1058	126	611	254	770	162	813
2	257	689	281	793	336	571	291	684
3	514	532	438	588	533	456	495	525
4	675	324	418	475	399	410	497	403
5	573	278	698	265	771	214	681	252
6	609	172	733	88	707	84	683	115
7	620	89	592	110	696	99	636	99
8	836	135	776	131	736	134	783	133
9	606	101	586	98	436	114	543	104
10	266	254	447	178	475	248	396	227
11	196	525	369	515	112	442	226	494
12	67	596	153	653	115	608	112	619
Σ	5324	4753	5617	4505	5570	4150	5504	4469



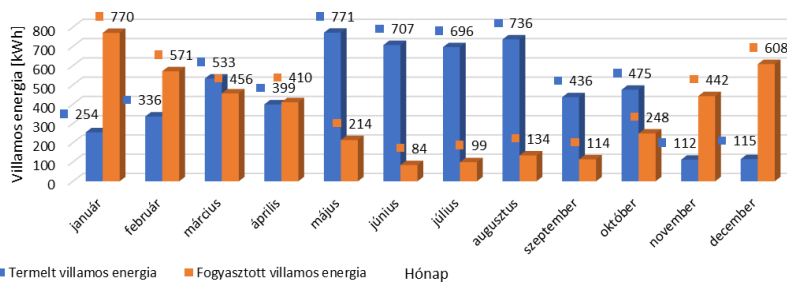
2. ábra

A termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása 2020-ban



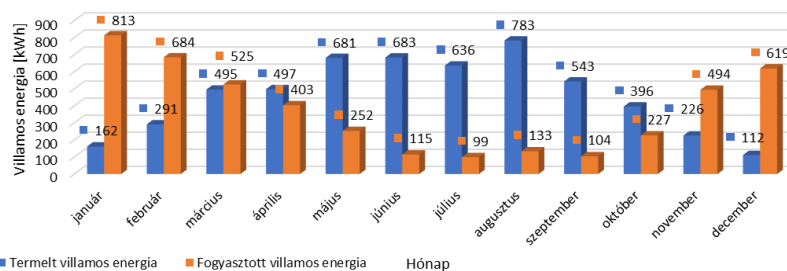
3. ábra

A termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása 2021-ben



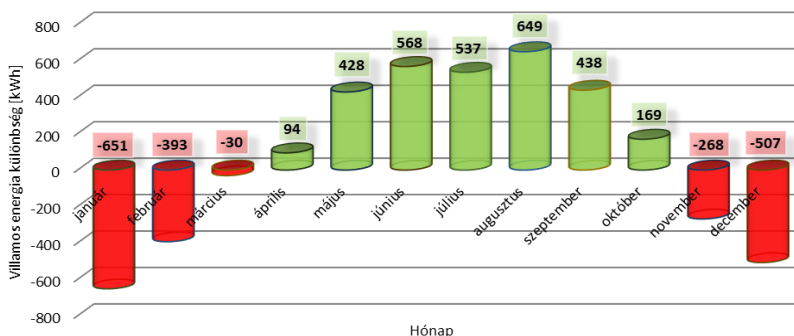
4. ábra

A termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása 2022-ben



5. ábra

Az átlagos termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása 2020-2022 között

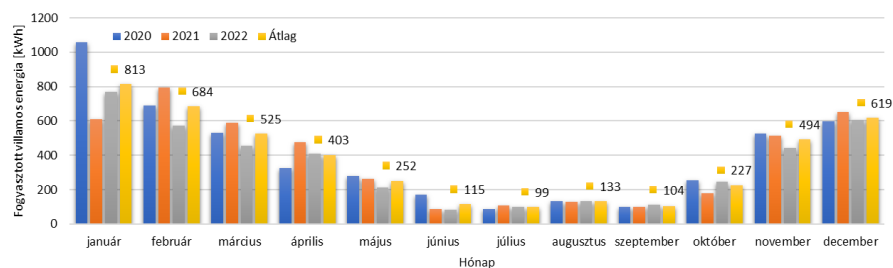


6. ábra

Az adott hónapban termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek különbségei kWh-ban a hároméves adatsor átlaga alapján

Érdeemes azt is megnézni, hogy az egyes években hogyan alakult a termelt és fogyasztott villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása. A 7. ábrán láthatjuk, hogy 2020 januárban valószínűleg alacsony volt a napi középhőmérséklet, mert az elektromos fűtésrészegítés miatt egy fogyasztási csúcs jelent meg (átlagtól való eltérés +30%). Egy másik kiugró értéket 2020 júniusa ad (eltérés +50%), melynek oka a légkondicionáló berendezés gyakori használatára vezethető vissza. Az

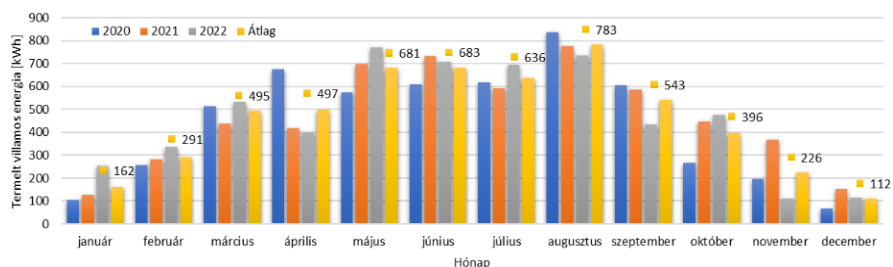
éveket és azok adatainak átlagát összehasonlítva, a többi hónap vonatkozásában nem figyelhető meg érdemi különbség.



7. ábra

Az egyes években és a hároméves adatsor átlaga alapján számított fogyasztott villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása

A 8. ábra az egyes években és a hároméves adatsor átlaga alapján számított termelt villamosenergia-mennyiségek havi eloszlását mutatja. A kiserőmű 2022-ben 6 hónap esetében (január-március, május, július és október) is több energiát termelt a másik két évhez képest, azonban az 1. táblázatban láthatjuk, hogy összességében 2021-ben termelt legtöbbet a HMKE, 5617 kWh villamos energiát. Hiába volt ugyanez a helyzet 2020 április, augusztus és szeptember hónapokban, összesítve 2020-ban volt a legkisebb a termelés (5324 kWh). A legnagyobb különbségek a termelésben január, április, november és december hónapokban figyelhetőek meg.



8. ábra

Az egyes években és a hároméves adatsor átlaga alapján számított termelt villamosenergia-mennyiségek havi eloszlása

4 A kiserőmű által termelt villamosenergia-mennyiségek összehasonlítása a PVGIS-szel számolt értékekkel

Célszerű megvizsgálni azt is, hogy a család a Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) online kalkulátora alapján mekkora mennyiségű

villamosenergia-termelésre számíthatott [10]. A kalkuláció során háromféle, az EU által összeállított Európára vonatkozó adatbázist lehet kiválasztani: SARA2, SARA5 és ERA5. Az első kettő műholdalapú, míg az utolsó ún. újraelemző adatbázis. Fontos megjegyezni, hogy a napsugárzási adatok újra elemzése általában nagyobb bizonytalansággal jár, mint a műholdas adatbázisok használata. A kalkulátor figyelembe veszi a kiserőmű telepítési címén mért napsugárzási értéket, hőmérsékletet, szélesebséget és a napelem panel típusát is. A szükséges adatok (cím, telepítési mód, tető dőlésszöge, tájolása, a HMKE beépített teljesítménye, az alkalmazott napelem típusa, rendszerveszteség) megadása és az adatbázis kiválasztása után, a kalkulátor kiszámítja a kiserőmű várható (elméleti) villamosenergia-termelését és a sugárzási értékeket hónapokra lebontva. A 2. táblázatban láthatjuk az egyes adatbázisokkal számított termelt villamosenergia-mennyiségeket, valamint ezek átlagát. A 9. ábra pedig ezen elméleti termelt villamosenergia-mennyiséget mutatja, a korábban a 3 év átlaga alapján számított tényleges értékekkel együtt. Megfigyelhető, hogy a valós és elméleti értékek közötti eltérés csak augusztusban szignifikáns.

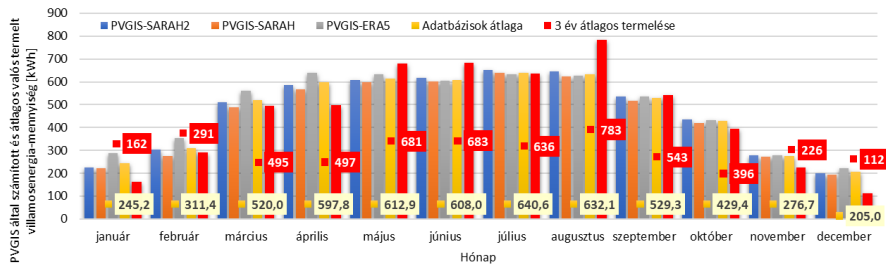
2. táblázat

2020-2022 között átlagos valós termelt és a PVGIS adatbázisok által számított villamosenergia-mennyiségek és azok eltérése

Hónap	3 év átlagából képzett termelt villamos energia (kWh)	PVGIS-SARA2-vel számított termelt villamos energia (kWh)	Átlagos valós termelt és PVGIS-SARA2-vel számított villamos energia különbség (kWh)	PVGIS-SARA5-vel számított termelt villamos energia (kWh)	Átlagos valós termelt és PVGIS-SARA5-vel számított villamos energia különbség (kWh)	PVGIS-ERA5-vel számított termelt villamos energia (kWh)	Átlagos valós termelt és PVGIS-ERA5-vel számított villamos energia különbség (kWh)	Adatbázisok átlagából számított termelt villamos energia (kWh)	Átlagos valós és számított villamos energia különbség (kWh)
január	161,7	226,1	-64,4	222,7	-61,0	286,8	-125,1	245,2	-83,53
február	291,3	303,7	-12,4	276,8	-14,5	353,6	-62,3	311,4	-20,03
március	495,0	510,9	-15,9	488,6	-6,4	560,4	-65,4	520,0	-24,97
április	497,3	587,1	-89,8	567,8	-70,5	638,4	-141,1	597,8	-100,43
május	680,7	608,4	72,3	598,9	81,8	631,5	49,2	612,9	67,73
június	683,0	616,8	66,2	602,9	80,1	604,2	78,8	608,0	75,03
július	636,0	652,5	-16,5	637,9	-1,9	631,4	4,6	640,6	-4,60
augusztus	782,7	645,3	137,4	623,0	159,7	628,1	154,6	632,1	150,53
szeptember	542,7	535,3	7,4	515,8	26,9	536,9	5,8	529,3	13,33
október	396,0	436,4	-40,4	420,1	-24,1	431,8	-35,8	429,4	-33,43
november	225,7	279,7	-54,0	273,1	-47,4	277,3	-51,6	276,7	-51,03
december	111,7	198,6	-86,9	193,7	-82,0	222,8	-111,1	205,0	-93,37
Σ	5 303,7	5 600,8	-	5 421,3	-	5 803,2	-	5 608,43	-

A könnyebb értelmezhetőség érdekében célszerű kiszámolni a vizsgált 3 év átlagából képzett valós termelt és az egyes adatbázisokkal számított villamosenergia-mennyiség különbségeket is. A 2. táblázatban piros színű skála jelzi, ha adott hónapban a valós érték alacsonyabb, mint a számított, míg ennek ellenkezőjét zöld szín mutatja az egyes adatbázisok esetén. Megállapítható, hogy mindhárom adatbázisnál május, június, augusztus és szeptember hónapokban a kalkulátor becslése túlmutat a valós termelési adatokon. A SARA2 február és március, míg az ERA5 adatbázis július hónapokban is kis mértékű elméleti többlet termelést mutat, de a 3 adatbázis átlaga ezeket a kiugró adatokat szépen kisimítja. A valós és elméleti adatok között eltérés rendre SARA2: +1,76%, SARA5: -1,5%, ERA5: +5,44%. Összességében azt kapjuk, hogy a három adatbázis adataiból képzett átlagos érték alapján csupán 1,9%-kal termelt kevesebbet a

HMKE, mint amennyit a PVGIS számolt, de ahogy láthattuk az elméleti és tényleges havi adatok közti eltérés eloszlása nem egyenletes.



9. ábra

Adott hónapban átlagos valós termelt és PVGIS által számított villamosenergia-mennyiségek

5 Javaslat a termelt villamos energia optimálisabb felhasználására

Egy napelemes rendszer többnyire akkor termeli a legtöbb energiát amikor a háztartás tagjai nem tartózkodnak otthon, ezért az energiatermelés csak kis részét tudják felhasználni, nagyobb részét betáplálják a közcélú hálózatba. Mivel a hamarosan bevezetésre kerülő bruttó elszámolás jóval kedvezőlenebb lesz, mint az éves, vagy akár a havi szaldó elszámolás, hiszen az éjszakai fogyasztást nem lehet majd a napközbeni túltermeléssel kiegyenlíteni, megoldást kell találni a termelt villamos energia minél nagyobb arányú azonnali felhasználására. Egy napelemes rendszer által megtermelt villamos energiából az azonnali felhasználásra kerülő mennyiség gondos tervezéssel és okos rendszerekkel növelhető. Egy átlagos család esetében a napelemekből származó villamos energia felhasználási aránya az egyes felhasználási szokások szerint változik: rossz ~25%, átlagos ~33%, jó: ~50%, jó szokások esetén, telepített akkumulátorral: ~80%. Tehát egy átlagos háztartásban a megtermelt napenergiának kb. a 33%-a kerül azonnali felhasználásra, a maradék rész pedig a közcélú hálózatba kerül betáplálásra [11]. A napelem tulajdonosoknak a jövőben arra kell majd törekedni, hogy az elektromos eszközeiket a lehető legnagyobb arányban napközben működtessék, pl. időzítsék úgy a villanybojlert, hogy reggel kapcsoljon be, vagy programozzák a napos órákra a nagyfogyasztóikat (pl. mosógépet, mosogatógépet). Ha elektromos fűtéssel rendelkezik az ingatlan, akkor érdemes napközben napenergiával 1-2 fokkal melegebbre fűteni a helyiségeket. A korszerűbb berendezések általában már programozhatóak, de léteznek kiegészítő technológiák is, mint például a Fronius Ohmpilot, amely a fűtőelemek intelligens vezérlésével a melegvíz biztosítására szolgál kazánokban és puffer tárolótartályokban, de infravörös fűtéshez vagy törülközőszárító radiátorokhoz is felhasználható. A napenergia segítségével tehát fedezni tudja egy átlagos család

melegvíz fogyasztását áprilistól októberig, azaz maximális önfogyasztás érhető el vele [12]. Másik lehetőség, hogy az inverter a fel nem használt villamos energiát akkumulátorban eltárolja és csak akkor táplál a közcélú hálózatra, ha azokat már teljesen feltöltötte. Naplemente után pedig elsőként az eltárolt energiát tudjuk elfogyasztani, így növelve az önfogyasztást. Azonban az ilyen rendszer az akkumulátorok jelentős beszerzési költsége miatt nem biztos, hogy megtérül [13].

Láthattuk, hogy a háztartás kiserőművének éves termelése elméletileg fedezni tudja a várható villamosenergia-igényüket, de a fogyasztás optimalizálásához célszerű lenne okos rendszert is telepíteni. Az önfogyasztás egy jól megtervezett komplex okos rendszerrel javítható, amely napelemből, hőszivattyúból, hő- és energia tárolóból, valamint ezek vezérlőjéből áll. A többlet energiát így el tudjuk használni pl. az elektromos autó töltésére, az épület fűtésére vagy a használati melegvíz előállítására. A napelemes rendszer megtermeli a villamos energiát, az okosotthon pedig irányítja a fogyasztást. Például amikor süt a Nap, és a háztartás nem tudja elfogyasztani a megtermelt villamos energiát, az előre beállított fogyasztók bekapcsolásra kerülnek (mosó- és szárítógép, mosogatógép), de ha ez még nem elég, akkor a megtermelt energia akkumulátorban eltárolásra kerül, vagy hővé alakítva, használati melegvízként hasznosul [14]. Ez az energiamegtakarítás azonban csak az egyik előnye az okosotthonnak, ezen kívül rengeteg kényelmi és biztonsági szolgáltatást nyújt, pl. az árnyékolás vezérlése, levegő minőség figyelése, légcserélő, légkondicionáló rendszer szabályozása a külső hőmérséklet függvényében stb. Már egy kis komplexitású okos rendszer is 10-20%-kal növelheti az önfogyasztási arányt.

Az okos rendszer nemcsak egyéni, hanem közösségi szinten is kialakítható. A jövőben smart hálózatok elterjedése várható, amelyek a decentralizált energiatermelés elvét valósítják meg. A smart grid, vagy más néven okoshálózat egy olyan elektromos hálózat, mely az információs és kommunikációs technológiák segítségével információkat gyűjt a szolgáltatók és a fogyasztók szokásairól, majd ezeket felhasználva automatikusan képes növelni a hálózat hatékonyságát, megbízhatóságát, gazdaságosságát és fenntarthatóságát. Az új koncepció kétirányú energiaáramlást és elosztott termelést tesz lehetővé, így a hálózat nagyobb rugalmassága miatt a nem egyenletes termeléssel rendelkező megújuló energiaforrások pl. fotovoltaikus erőművek vagy szélerőművek is könnyen integrálhatóak a rendszerbe. Egy smart grid természetesen önálló, bonyolult vezérlőrendszerrel rendelkező invertereket fog igényelni, melyek biztosítják a stabil működési paramétereket, a jó hatásfokot, a menedzselhetőséget, a megbízható védelmi rendszert és lehetővé teszik a távvezérelhetőséget [3].

A smart grid rendszerek esetében tehát egy közösség saját maga termeli meg a villamos energiát, és helyben el is fogyasztja. Ennek érdekében a közösségnek helyi szinten úgy kell kialakítani a saját villamos hálózatát, hogy arra csatlakozzanak a közösség villamosenergia-termelői és fogyasztói is. Ehhez energiátárolót és sok esetben még villamos magánhálózatot is kell létesíteni,

melyet természetesen célszerű az elosztói hálózatra csatlakoztatni, hiszen ez biztosítja a hálózati stabilitást és szükség szerint a villamosenergia-vételezést és értékesítést is. A smart grid központ begyűjti és továbbítja az objektumokról az adatokat, melyeket az intelligens modul mesterséges intelligencia segítségével értékkel, elvégzi a termelés és fogyasztás előrejelzését, majd az adott energiaigényeknek megfelelően vezérli az energiatárolókat és a többi objektumot. Ezzel a módszerrel a közösség optimálisan tudja hasznosítani a napenergiát, amely a villamosenergia-hálózat szempontjából is kedvező, mert tehermentesíti azt és egyúttal csökkenti a feszültségingadozásokat anélkül, hogy jelentősebb hálózati fejlesztést kellene végrehajtani. Ilyen energiaközösségek lehetnek pl. önkormányzatok, vállalatok vagy ipari parkok.

Összefoglalás

Láthattuk, hogy egy napelemes rendszer áprilistól októberig nettó termelő, míg a többi hónapban a háztartások jellemzően fogyasztóvá lépnek elő, mert a termelt villamos energia közel sem fedezi a havi igényüket. Ez természetesen csak akkor igaz, ha a kiserőművet nem méretezték túl. Megfigyelhető volt az is, hogy májusszeptember hónap között tudatos energiafelhasználással, esetleges tárolókapacitás kialakításával megvalósítható lenne az önellátás. A moduláris kialakítású lítium-ion akkumulátorok pl. 5-15 kWh közötti kapacitása lehetővé teszi az egyedi igényekhez igazítható flexibilis kialakítást, párhuzamosan több modult csatlakoztatva akár jelentős kapacitás is elérhető. Sajnos jelenleg az energiatárolás rendkívül költséges. De például egy elektromos autó töltése is lehetőséget kínál a termelt villamos energia azonnali felhasználására és egy ilyen töltőberendezés jóval olcsóbb, mint egy akkumulátor telep.

Megvizsgáltuk azt is, hogy a háztartás a Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) online kalkulátora alapján mekkora mennyiségű villamosenergia-termelésre számíthatott és ezt összevetettük a tényleges 3 éves termelési adatok átlagával. Láthattuk, hogy a 3 adatbázis adataiból képzett átlagos érték alapján csupán 1,9%-kal termelt kevesebbet a HMKE, mint amennyit a PVGIS számolt, de az elméleti és tényleges havi adatok közti eltérés eloszlása nem volt egyenletes (csak augusztusban hónapban volt szignifikáns az eltérés). Fentiek alapján arra következtettünk, hogy a napelemes rendszer éves termelése fedezni tudná a háztartás villamosenergia-igényét, de a fogyasztás optimalizálása érdekében célszerű lesz okos rendszert és/vagy energiatárolót is telepíteni.

Irodalomjegyzék

- [1] Innovációs és Technológiai Minisztérium: *Nemzeti Energia- és Klímaterv*. (2020). Letöltés dátuma: 2023.09.21. [Online]. URL: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-01/hu_final_necp_main_hu_0.pdf

- [2] Mészáros, L., Schottner, K., *Megújuló energiatermelő rendszerek, Napelemes erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai Tagozat, 2015.
- [3] Véghely, T., *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. CSER Kiadó, Budapest, 2014.
- [4] Véghely, T., *Napelemek és napelemrendszerek szerelése*. CSER Kiadó, Budapest, 2013.
- [5] A Sunstive Kft., “Napelem teljesítmény”, 2023. Megtekintés dátuma: 2023.09.17. [Online]. URL: <https://napelem.us/napelem-teljesitmeny-kisokos/>
- [6] Pro Regio Közép-Magyarországi Regionális Fejlesztési és Szolgáltató Nonprofit Kft.: *Eger Város Klímastratégiája, 2022–2030*. (2022). Letöltés dátuma: 2023.09.10. [Online]. URL: https://eger.hu/public/uploads/melleklet-klimastrategia_628c73b0a726b.pdf
- [7] *Google térkép*. Megtekintés dátuma: 2023.09.11. [Online]. URL: <https://www.google.com/maps>
- [8] MVM: „Háztartási méretű kiserőművek bruttó elszámolásának szabályai 2021. július 1-jétől”, 2021. Megtekintés dátuma: 2023.09.13. [Online]. URL: <https://www.mvmnext.hu/aram/pages/aloldal.jsp?id=9313319>
- [9] MVM: *Villamos energia díjak az egyetemes szolgáltatásban lakossági ügyfeleknek 2022. augusztus 1-jétől*. (2022). Letöltés dátuma: 2023.09.14. [Online]. URL: <https://ee.mvm.hu/elmu/file/downloadfile?id=daf8fc17-f774-420d-92cc-c3a82863d3b7>
- [10] *European Commission: Photovoltaic Geographical Information System*. (2022). Megtekintés dátuma: 2023.09.18. [Online]. URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en
- [11] NVSolar Energia Kft., „Éves szaldó, havi szaldó, bruttó elszámolás”, 2023. Megtekintés dátuma: 2023.09.22. [Online]. URL: <https://nvsolar.hu/hirek/napelem-elszamolasi-modok/>
- [12] *FRONIUS Ohmpilot adatlap*. (2018). Letöltés dátuma: 2023.09.20. [Online]. URL: [https://froniusnagyker.hu/uploads/product_documents/33/SE_DS_Fronius_Ohmpilot_EN_\(1\).pdf](https://froniusnagyker.hu/uploads/product_documents/33/SE_DS_Fronius_Ohmpilot_EN_(1).pdf)
- [13] Somogyiné Molnár, J., “Szigetüzemű háztartási méretű kiserőmű (HMKE) megtérülési idejének elemzése”, *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 18. évfolyam, különszám, pp. 445-465. 2023, doi: 10.14232/jtgf.2023.kulonszam.445-465.
- [14] Kovács, Cs., “Napelemes rendszerek és a villamosenergia tárolási lehetősége”, *MEE-58. Vándorgyűlés*. Szeged, 2011.09.15.