



ÓBUDAI EGYETEM

**Keleti Károly Gazdasági Kar
Módszertani és Menedzsment Intézet**

SZAKDOLGOZAT

**ÓE-KGK
2023**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Gere Tifani
T007696/F112904/G**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Keleti Károly Gazdasági Kar
Közgazdaságtudományi és Pénzügyi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Gere Tifani

Szakedolgozat száma: SZD2309060901547768

Törzskönyvi száma: T007696/FI12904/G

Neptun kódja:

Szak: Műszaki menedzser (BSc)

Specializáció: Elektrotechnika specializáció

Projektmenedzser specializáció

A dolgozat címe: A napenergia felhasználásának vizsgálata

A dolgozat címe angolul: Examining the use of solar energy

A feladat részletezése:

1. Mutassa be a napenergia háztartási használatát!
2. Határozza meg kutatási céljait, alkalmazott módszereit!
3. Végezzen primer kutatást, és elemezze a kutatási eredményeket!
4. Fogalmazzon meg javaslatokat és következtetéseket!

Intézményi konzulens neve: Viktor Patrik

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 11. 10.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Gere Tifani (Neptunkód: [REDACTED]) hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023.11.10

hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	1
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1.	A napenergia története és fejlődése globálisan és regionális szinten	3
2.2.	A napenergia technológiák áttekintése	8
2.3.	A napenergia használatának jelenlegi helyzete a háztartásokban.....	15
2.4.	A napelemes rendszerek és napkollektorok telepítése, teljesítménye és hatásfoka és megtérülése	19
2.5.	Az előnyök és hátrányok áttekintése	21
2.6.	Korábbi kutatások bemutatása és összehasonlítása	25
2.7.	A napenergia rendszerek jövőbeni irányvonalai.....	29
3.	ANYAG ÉS MÓDSZERTAN	34
3.1.	Demográfiai adatok elemzése	35
4.	EREDMÉNYEK.....	46
5.	ÖSSZEGZÉS	49
	IRODALOMJEGYZÉK	53
	MELLÉKLETEK	57
	TARTALMI KIVONAT	62
	SUMMARY	62

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Napelempanel fejlődés.....	6
2. ábra Sík lemezű napkollektor	10
3. ábra Vákuumsöves napkollektor	11
4. ábra Hibrid napelemes rendszer.....	13
5. ábra Százalékos arányok korcsoportra vonatkoztatva	35
6. ábra Százalékos arányok energiafogyasztásra vonatkoztatva.....	36
7. ábra Százalékos arányok energiaszámlára vonatkoztatva	36
8. ábra Százalékos arányok a napelem bevezetésének motivációjára	37
9. ábra Százalékos arányok a napelem bevezetési költségeinek megterhelésének mértékéről	38
10. ábra Százalékos arányok a napelem használatának gyakoriságáról	38
11. ábra A napenergia rendszerre való elégedettségi szint	39
12. ábra A válaszadók napelem rendszer ajánlasi hajlandóságának mértéke	40
13. ábra Százalékos arányok a napelem telepítésének lehetőségéről alacsonyabb beruházási költség esetén.....	41
14. ábra Százalékos arány a napenergia rendszer telepítésének fő kihívásait tekintve ..	41
15. ábra Százalékos arány a tényezők között, amelyek segíthetnének a napenergia használatának elterjedésében	42
16. ábra Válaszok a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében	43
17. ábra Százalék arány a napenergia előnyeiről.....	43

18. ábra Százalékos arány megoszlás a napenergia klímaváltozáshoz hozzájáruló hatásáról.....	44
--	----

1. BEVEZETÉS

Egyre több ember és szervezet ismeri fel a megújuló energiaforrások fontosságát. Különösen a napenergia jelentheti a jövő kulcsát, hiszen az emberiség egyre inkább igyekszik megoldani a környezeti fenntarthatóság kihívásait. Háztartási szinten a napenergia használata lehetőséget ad arra, hogy a fogyasztók növeljék energiahatékonyságukat, csökkentsék a szén-dioxid kibocsátást, és hozzájáruljanak a klímaváltozás elleni küzdelemhez. Ez a dolgozat a napenergia felhasználásának vizsgálatára összpontosít a háztartások esetében, kiemelve azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a napenergia technológiák alkalmazását és elterjedését.

A dolgozat fő célja az, hogy érthetővé váljon, milyen hatással van a napenergia használata a háztartások energiafogyasztására, milyen előnyökkel és kihívásokkal jár a technológia használata, és hogy miként lehet a technológia alkalmazását optimalizálni. Az ilyen jellegű információk segíthetnek a döntéshozóknak, szakértőknek és a lakosságnak a napenergia előnyeinek kihasználásában.

A dolgozat három alapvető hipotézis vizsgálatával foglalkozik:

- **H1: A napenergia használata a háztartásokban növeli az energiahatékonyságot és csökkenti a költségeket.**
- **H2: A napenergia használatának növekedése a háztartásokban az elmúlt években a környezettudatosság növekedésének köszönhető.**
- **H3: A napenergia használatának legnagyobb akadálya a háztartásokban a magas kezdeti beruházási költségek.**

Fontos tisztázni, hogy a dolgozat nem foglalkozik a napenergia használatával kapcsolatos iparági szabályozási vagy politikai kérdésekkel, és nem kíván globális áttekintést adni a napenergia használatának minden aspektusáról. Ehelyett a kutatás fókuszában a háztartások energiagazdálkodásának konkrét aspektusai állnak.

Végül a dolgozatnak számos hasznossága lehetséges. Először is, betekintést nyújt a napenergia háztartási használatának jelenlegi helyzetébe és annak potenciális hatásaira. Másodsor, a dolgozat eredményei hozzájárulhatnak a napenergia használatának

előmozdításához a háztartásokban, valamint segíthetnek a lakosságnak, a szakértőknek és a döntéshozóknak abban, hogy felelősebb döntéseket hozzanak a napenergia használatával kapcsolatban. Végül, a dolgozat hozzájárulhat a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos egyéb kutatáshoz, és alapot szolgáltatthat további tanulmányok számára.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A napenergia története és fejlődése globálisan és regionális szinten

Az inkák, az egyiptomiak és a japán császárok mind saját napistenséget tartottak számon. A későbbi történelem során az emberiség nagy jelentőséget tulajdonított a Napnak, nemcsak mint istenség vagy kozmológiai elem, hanem mint fizikai erőforrás is.

A napenergia használata nem új keletű, hiszen az elmúlt hatezer évben világszerte használták. A neolitikus Kínától és a viktoriánus Európáig az emberek igénybe vették a nap hőjét otthonok fűtésére, idő jelzésére és élelmiszer termesztésének meggyorsítására, sőt tartósítására is.

A passzív napfűtés története mélyen gyökerezik a civilizáció hajnalán. A technológia alapjait a kínaiak vetették meg Kr. e. 4000 körül, akik déli fekvésű bejáratokat és a nyári napfény blokkolására tervezett tetőket alkalmaztak az épületeikben. A déli fekvésű bejáratok lehetővé tették a napfény maximális befogadását télen, míg a speciálisan tervezett tetők csökkentették a nyári hőséget. A technológiai fejlődés folytatódott, és Kr. e. 2000-re a városok tervezésekor már a napfény maximalizálása volt a cél. A passzív napfűtési technikák túléltek az évszázadokon, és egészen az 1980-as évekig használták őket Kínában, amelyek hozzájárultak az energiatakarékos épülettervezéshez a modern kor előtt. (Austin, 2019)

Az ókori Görögország és Róma nem maradt le a napenergia hasznosításában. Kr. e. 500-tól Kr. u. 100-ig a görögök is tudatosan építették meg házaikat és városaikat a napfény maximalizálása érdekében. A déli fekvésű házak és az észak-déli tájolású utak lehetővé tették a napfény optimális kihasználását. Rómában, Kr. e. 100-tól Kr. u. 100-ig, hasonló technikák voltak alkalmazva, és a rómaiak még törvénybe is iktatták a napfényhez való jogot. Ez a törvény megakadályozta, hogy a szomszédok épületei elzárják a napfényt, ezáltal biztosítva a napenergia szabad áramlását az épületekben és az utcákon. (Austin, 2019)

A napfényhez való jogi hozzáférés ötlete és a passzív napfűtés technikái hosszú távon is hatással voltak az építészet és a várostervezés fejlődésére. Az ilyen törvények és

technikák alkalmazása az ókorban megmutatja, hogy mennyire fontos volt az emberek számára az energiahatékonyság és a természetes erőforrások kihasználása.

Az 1500-as és 1800-as években az angolok narancsházakat és üvegházakat kezdtek építeni, amelyek a nap hőjét használták növények termesztésére. A technikák az 1800-as évek elején fejlődtek, amikor hatékonyabb üvegháztervezési és építési módszereket fejlesztettek ki. 1767-ben Horace-Bénédict de Saussure feltalálta az első termikus napkollektort, mert felfedezte, hogy a hőmérséklet hasonló volt a dobozon belül, függetlenül a magasságától vagy környezeti hőmérséklettől. Ez a felfedezés a napenergia egy új területét nyitotta meg. Ezt követően az 1839-es fotovoltaiikus hatás felfedezése korszakalkotó volt, amikor Alexandre-Edmond Becquerel 19 évesen rájött, hogy villamos energiát termelhet bizonyos anyagokkal. Ez a felfedezés vezetett a modern fotovoltaiikus napelemekhez. (Austin, 2019)

A napenergia történeti fejlődése Kr. u. 100-tól az 1500-as évekig nem tapasztalt olyan dinamikus növekedést, mint az elmúlt időszakban. A tudomány ebben az időszakban többnyire vagy stagnált, vagy lassú fejlődést mutatott. Ugyanakkor ez az időszak nem nélkülözhető teljesen a napenergia történetében, mivel a civilizációk már ebben az időszakban is megpróbálták kihasználni a Nap által nyújtott energiát.

A római birodalomban, különösen az i.sz. 1. és 5. század között, megvalósított építészeti megoldások figyelembe vették a Nap mozgását az ég boltján, így optimalizálva az épületek hőmérsékletét. Például a déli ablakok vagy az üvegházhatású kialakítások, még ha nem is szolgáltak közvetlen napenergia-hasznosítással, mégis segítettek az energiahatékonyság növelésében. A rómaiak fürdőikben is használták a napfényt a fűtéshez, ezzel is csökkentve az egyéb energiaforrások igényét. A Nap és az építészet viszonyának ezen szempontjai sokkal később, már az 1900-as években lettek tudományosan is alátámasztva és fejlesztve.

A Közel-Keleten, különösen a Bizánci Birodalom és az Iszlám Birodalom területén, szintén előfordultak olyan építészeti megoldások, amelyek segítettek a napenergia hasznosításában. Az Iszlám Birodalomban például a csillagászat és az építészet fejlett volt, és az épületek orientációjánál gyakran vették figyelembe a Nap mozgását, hogy az épületek hűvösek maradjanak nyáron és melegek télen.

Ebben az időszakban tehát nem beszélhetünk napenergia-hasznosító technológiák létezéséről, de az emberek már használták a Nap energiáját közvetett módon, az építészet és az infrastruktúra megtervezése során. A középkor és a reneszánsz építészei és mérnökei talán nem is sejtették, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a napenergia történetéhez, azonban munkájukkal megalapoztak egy olyan jövőt, amelyben a napenergia hasznosítása már központi jelentőséggel bír.

Források nincsenek erre az időszakra vonatkozóan, amelyek közvetlenül a napenergia fejlődését tárgyalnák, azonban az építészettörténeti és a történelmi szakirodalom gyakran említi a Nap és az emberi tevékenység viszonyát ebben az időszakban.

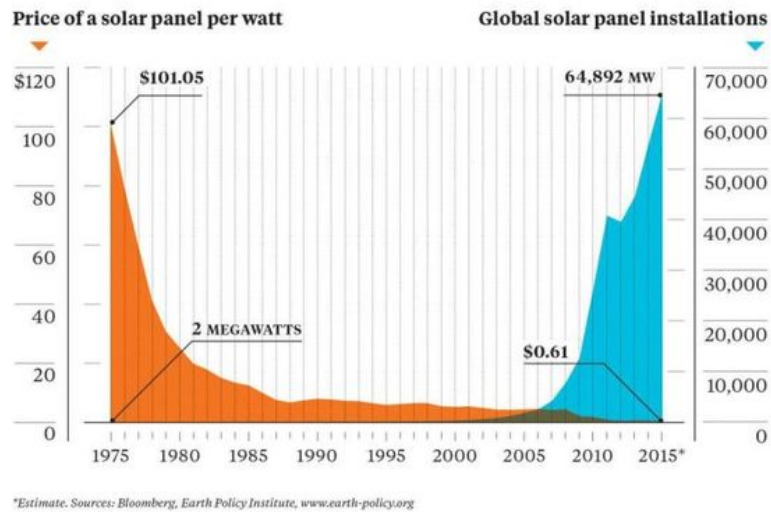
A napenergia technológiai fejlődésének forrástörténetének folytatása a 19. századra nyúlik vissza, amikor Augustin Mouchot és John Ericsson napenergiával működő kazánjai megjelentek. Ezek az innovatív rendszerek tükröket használtak a napfény egy központi pontban elhelyezkedő kazánra való fókuszálásához, ahol a víz felmelegedett. A technológia azonban ekkor még gyermekcipőben járt, és bár az alapelvek már léteztek, az iparosítás csak később, az 1920-as és 1930-as években vette kezdetét, különösen az Egyesült Államokban. (EERE, dátum nélk.)

A napkollektor-gyártás iparosítása jelentős mérföldkő volt a napenergia hasznosítás terén. A gyártott napkollektorok fő funkciója a melegvíz-ellátás biztosítása volt, és ezek az eszközök hozzájárultak a napenergia szélesebb körű elfogadásához. Az ipar fejlődésével a kollektorok egyre hatékonyabbá váltak, és a technológia egyre inkább elterjedt az Egyesült Államokban és Európában is.

Az 1960-as évek újabb mérföldkönek bizonyultak a napenergia technológia fejlődésében. Az űrkutatás hajtotta a technológiai fejlődést, és ebben az időszakban jelentek meg az első szilíciumkristályos szolárcellák. Ezek a cellák lehetővé tették az elektromos energia közvetlen napenergiából történő előállítását, és az űrhajókban és űrállomásokban való alkalmazása az emberek számára is bemutatta a napenergia hasznosításának lehetőségeit. Az űrkutatás és a szilíciumalapú szolárcellák fejlődése hozzájárult a napenergia technológiák gyors fejlődéséhez és az elektromos energia hatékonyabb és költséghatékonyabb napenergiából történő előállításához. (EERE, dátum nélk.)

Solar on Fire

As prices have dropped, installations have skyrocketed.



1. ábra Napelempanel fejlődés
forrás: (Bloomberg.hu)

A szolárcellák megjelenése a napenergia fejlődésének új korszakát nyitotta meg, és az azóta eltelt évtizedekben a technológia tovább finomodott. A fotovoltaiikus technológia fejlődésével együtt a napenergia egyre inkább elérhetővé és költséghatékonyabbá vált. A szilíciumkristályos szolárcelláktól a thin-film technológiáig, a koncentrált napenergia rendszerektől az integrált fotovoltaiikus rendszerekig, a napenergia technológia folyamatosan fejlődik, és ma már kulcsfontosságú szerepet játszik a globális energiatermelésben és a fenntartható energiarendszerekben.

Magyarországon is egyre nagyobb teret hódít a Napból származó energia közvetlen energiatermelésre történő felhasználása. A napelemeket háztartási vagy ipari mértékű elektromos áram termelésére, a napkollektorokat pedig többnyire a lakossági felhasználású forróvíz előállítására használják.

Magyarországon a napenergia hasznosítása egyre inkább népszerűvé válik, és a technológiai fejlődés lehetővé teszi a Napból származó energia hatékonyabb felhasználását. A napelemek és napkollektorok alkalmazása nem csak a háztartási, hanem az ipari mértékű elektromos áramtermelésben is egyre elterjedtebb. A napelemek általában az elektromos áram előállítására, míg a napkollektorok a melegvíz-

szolgáltatásra használatosak. Ezen technológiák a fenntarthatósági törekvések és a megújuló energiaforrások iránti növekvő igény miatt válnak egyre vonzóbbá.

A napenergia szerepe a magyar energiaszektorban korábban viszonylag szerény volt, azonban a fejlődés az elmúlt években felgyorsult. 2015-ben a bruttó magyar villamosenergia-termelés 10,5%-a származott megújuló forrásból, ezen belül a napenergia aránya csupán 3% volt. A kormányzati ösztönzők és a technológiai innovációk, valamint a globális trendek hatására a napenergia hasznosítása jelentősen növekedett. A háztartási kiserőművek és a nagyobb napelemparkok egyaránt hozzájárultak a napenergia terjedéséhez Magyarországon. (MTI, 2016)

2020-ra a napenergia hasznosítás nagy haladást ért el Magyarországon. 2020 április 5-én például rövid időre a napenergia a teljes magyarországi áramtermelés 27,3%-át adta, ami jelentős előrelépés a korábbi időszakhoz képest. Ezen kívül a napelemparkok és a háztartási kiserőművek kapacitása is növekedett, és a napenergia hasznosítása immáron a magyar megújuló energia-stratégia kulcsfontosságú elemévé vált. (Szabó, 2020)

2022 áprilisára Magyarországon a fotovoltaiikus naperőművek összesített beépített termelése meghaladta a 3000 MW teljesítményt, ami jelentős mérföldkőnek számít a hazai napenergia-iparban. Ez a teljesítmény már a Nemzeti Energiastratégia 2030-ban kitűzött 6500 MW kapacitású célkitűzés felét is elérte. Az eredmény rámutat a napenergia gyors terjedésére és a technológia megnövekedett alkalmazására Magyarországon. (Pete, 2022)

A növekvő fotovoltaiikus kapacitás pozitív hatással volt a magyarországi villamosenergia-termelésre is. 2022 júliusára a magyarországi nappali villamosenergia fogyasztás 37%-át sikerült napenergiával fedezni, ami jelentős növekedést mutat a korábbi évekhez képest. Ez a fejlesztés elősegíti Magyarországot abban, hogy elérje az energiahatékonysági és megújuló energiával kapcsolatos céljait, valamint hozzájárul a fenntarthatóbb és zöldebb energiarendszer létrehozásához az országban. (Pete, 2022)

A napenergia hasznosításának növekedése Magyarországon összhangban van a globális tendenciákkal, ahol a megújuló energiaforrások egyre nagyobb szerepet kapnak az energiatermelésben. A napenergia terjedése nem csak az energiahatékonyságot és az

energiabiztonságot erősíti, hanem hozzájárul a karbonlábnyom csökkentéséhez is, ami a klímaváltozás elleni küzdelem kulcsfontosságú tényezője. A napenergia fejlődése Magyarországon is azt mutatja, hogy a megújuló energiaforrások jelentős potenciállal bírnak az energiaellátás fenntarthatóbbá és hatékonyabbá tétele érdekében.

Összességében a napenergia használata hosszú történelme és sokszínűsége alátámasztja, hogy az emberiség régóta felismeri ennek az erőforrásnak a potenciálját. Az ókori építészeti technikáktól a modern fotovoltaikus napelemekig a napenergia sokkal többet jelent, mint egy egyszerű energiaforrás, és a technológia folyamatos fejlődésének ígérétét hordozza magában.

2.2. A napenergia technológiák áttekintése

A napenergia technológiák korszakunk egyik legígéretesebb energiaforrását kínálják, ahogy a világ egyre inkább a fenntartható és tiszta energia felé orientálódik. Ezért az *Understanding Renewable Energy Systems* (Quaschnig, 2005) és *A Power from the Sun: Achieving Energy Independence*. (Chiras, 2016) című könyvek áttekintése alapján összefoglalom a napenergia technológiákat.

A fotovoltaikus rendszerek, más néven napelemek, a napfényt közvetlenül elektromos energiává alakítják át, és ezáltal fontos szerepet játszanak a megújuló energiaforrások terén. Quaschnig a fény elektromos árammá alakításának folyamatát magyarázza el, amely a félig vezető anyagokon alapuló napelemek speciális tulajdonságain alapszik. A félig vezető anyagokban lévő elektronok a napfény energiáját felhasználva mozgásba lendülnek, és amikor áthaladnak a vezető anyagon, elektrikus áramot hoznak létre. (Quaschnig, 2005)

Chiras rámutat a fotovoltaikus rendszerek sokoldalúságára, amelyek skálája a kisebb, független, helyben elosztott energiaforrásoktól egészen a nagy, központi napenergia erőművekig terjed. A helyi energiatermelés lehetővé teszi az egyének és közösségek számára, hogy csökkentsék a hálózatra támaszkodást és az energia szállításával kapcsolatos költségeket, miközben a nagy napenergia erőművek jelentős mennyiségű tiszta, zöld energiát képesek szolgáltatni a hálózat számára. (Chiras, 2016)

A napelemek különböző típusai különböző anyagi és technológiai előnyöket és hátrányokat kínálnak. A monokristályos napelemek egyetlen kristályszerkezettel rendelkeznek, amely magas hatékonyságot eredményez, de magasabb költségekkel jár. Ezzel ellentétben a polikristályos napelemek több kristályból állnak, amelyek alacsonyabb költségeket és alacsonyabb hatékonyságot eredményeznek. Az amorf szilícium napelemek rendezetlen szerkezetűek, és főként kisebb alkalmazásokban, mint például zsebszámológépek és más kis elektronikai eszközök használják őket. Az amorf szilícium napelemek alacsonyabb költségekkel és alacsonyabb hatékonysággal rendelkeznek, de rendkívül rugalmasak és könnyen alkalmazhatók különböző felületeken.

A fotovoltaiikus technológia fejlődése folyamatos, és új anyagok, mint például a perovszkitok és a vékony rétegű technológiák, elősegítik a hatékonyság növelését és a költségek csökkentését. Az Egyesült Államok Nemzeti Megújuló Energia Laboratóriumának (NREL) kutatói szerint a vékonyréteg-technológiák, mint például a kadmium-tellurid (CdTe) és a perovszkitok felhasználása, jelentősen csökkenthetik a PV szén-dioxid-intenzitását a szilícium alternatívájához képest. A napelemet gyártó országok jelenlegi hálózati keverékeit megvizsgálva a csapat azt is megállapította, hogy a tisztább energiaösszetételű gyártás – a magas széntartalmú keverékek használatához képest – további 50%-kal csökkentheti a kibocsátást. A szerzők abban reménykednek, hogy a probléma nagyságrendjének szemléltetésével írásuk arra készíti az embereket, hogy újra szemügyre vegyék a vékonyfilmes PV-technológiák és a tiszta hálózati keverékekkel történő gyártás lehetséges felhasználását. (Wikoff, Reese, & Reese, 2022)

A kutatók és mérnökök továbbra is keresik az új és jobb módszereket a napfény elektromos árammá alakításának hatékonyságának növelésére, miközben csökkentik a technológia költségeit és növelik annak elérhetőségét szerte a világon.

A napkollektorok a napfény energiáját hőenergiává alakítják át, amit aztán fel lehet használni a víz melegítésére vagy az otthoni fűtéshez. Quaschnig két fő típusú napkollektort különböztet meg: a sík lemezű és a vákuumcsöves kollektorokat, amelyek különböző technológiai megoldásokat alkalmaznak a napfény energiájának begyűjtésére és tárolására. (Quaschnig, 2005)



*2. ábra Sík lemezű napkollektor
(forrás: Zensteel)*

A sík lemezű kollektorok (1.ábra) egyszerű szerkezetűeknek és alacsony költségeiknek köszönhetően széles körben elterjedtek. Ezeket a kollektorokat gyakran használják otthoni melegvíz-ellátásra és fűtésre, de alkalmazhatók ipari hőszolgáltatásra és medencefűtésre is. A sík lemezű kollektorok működése során a napfény közvetlenül éri el a kollektor belső felületét, ahol a hőenergia átadódik egy hordozóközegnek, például víznek. A felmelegedett hordozóközeg ezután kering a rendszerben, és átadja a hőt a felhasználás helyén.



*3. ábra Vákuumsöves napkollektor
(forrás: Gomon)*

A vákuumsöves kollektorok (2.ábra) másik jelentős kategóriát képviselnek, amelyek magasabb hatékonysággal rendelkeznek, mivel a vákuum csökkenti a hőveszteséget. A vákuumsöves kollektorokban a napfény a csövekben lévő vákuumtérben halad át, és közvetlenül a csövekben lévő hordozóközeghez jut, így minimálisra csökkentve a hőveszteséget. Emiatt a vákuumsöves kollektorok hatékonyabbak lehetnek hidegebb környezetben vagy felhős időjárás esetén is. A vákuumsöves kollektorok gyakran drágábbak, mint a sík lemezű kollektorok, de a magasabb hatékonyságuk miatt sok esetben gazdaságosabb megoldást kínálnak hosszú távon.

Chiras műve is részletesen bemutatja ezeket a technológiákat, beleértve a gyakorlati alkalmazásukat otthoni fűtésben és melegvíz-ellátásban. A napkollektorok jelentős szerepet játszanak a megújuló energiaforrások elterjedésében, mivel lehetővé teszik a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőség csökkentését és a fenntarthatóbb energiarendszerek létrehozását. A folyamatos technológiai fejlődés és az innováció révén

a napkollektorok egyre hatékonyabbá és költséghatékonyabbá válnak, tovább bővítve az alkalmazhatóságukat és elősegítve a tiszta, megújuló energiaforrások elterjedését. (Chiras, 2016)

A koncentrált napenergia rendszerek (CSP) technológia különösen érdekes és fontos a megújuló energiaforrások körében, mivel lehetővé teszik a nagy hőmérsékletek elérését napfény segítségével. Quaschnig részletesen tárgyalja a CSP rendszerek alapelveit és alkalmazásait, és bemutatja a technológia különböző típusait, mint a parabola tálcás és tornyos rendszerek. A koncentrált napenergia rendszerek egyedi megközelítése a napenergia hasznosítására nagy hőmérsékletek elérését teszi lehetővé, amelyek általában gőzgeneráláshoz használatosak, és ezáltal jelentősen hozzájárulhatnak az ipari és villamosenergia-termelési alkalmazásokhoz. (Quaschnig, 2005)

A parabola tálcás rendszerek egy parabola alakú tükör segítségével összpontosítják a napfényt egy adott pontra vagy vonalra, ahol a hőenergia hordozóközegnek adódik át, általában ez folyadék vagy gáz. A felmelegedett hordozóközeg ezután továbbítódik egy hőcserélőbe, ahol a hőenergia átadódik egy másodlagos körfolyamatnak, ami általában gőzt termel egy turbina meghajtásához. A parabola tálcás rendszerek egyszerűségük és hatékonyságuk miatt széles körben alkalmazottak, mert lehetővé teszik a magas hőmérséklet elérését a napenergia összpontosításával.

A tornyos rendszerek másik nagy kategóriát képviselnek a CSP technológiában, ahol tükrök használatával irányítják a napfényt egy központi toronyra. A toronyban lévő hordozóközeg, ami lehet levegő, víz vagy más folyadék, felmelegszik, és ezután a hőenergia átadódik egy gőzgenerálónak vagy közvetlenül egy turbina meghajtójához. A tornyos rendszerek lehetővé teszik a napenergia hatékonyabb összpontosítását és nagyobb hőmérsékletek elérését, ami ideális lehet nagyobb léptékű alkalmazásokban és olyan területeken, ahol magas hőmérsékletű hőenergiára van szükség.

Quaschnig megjegyzéseivel és analízisével összhangban, a CSP rendszerek potenciált kínálnak a nagyobb méretű és ipari alkalmazások számára a megújuló energiaforrások területén. A technológiai fejlődés és innováció további lehetőségeket kínál a CSP rendszerek hatékonyságának és alkalmazási területeinek bővítésére. A jövőben a CSP

rendszerek továbbra is fontos szerepet játszhatnak a megújuló energiaforrások és a fenntartható energiaellátás előmozdításában.

Chiras a nap-hő hűtési technológiákat és a szezonális hőtároló rendszereket is részletesen tárgyalja. A nap-hő hűtési technológiák abszorpciós hűtőrendszerekben használják a napenergiát. A szezonális hőtároló rendszerek lehetővé teszik a hő energiájának tárolását hosszabb időszakra. (Chiras, 2016)

Quaschning és Chiras munkájában a hibrid napenergia rendszerek, valamint a kisméretű, hordozható rendszerek is bemutatásra kerülnek, amelyek izgalmas lehetőségeket kínálnak a napenergia sokoldalú és hatékony felhasználása terén.

A hibrid napenergia rendszerek különösen érdekesek, mivel lehetővé teszik a különböző megújuló energiaforrások, például a napelemek és a szélenergia együttes használatát. A PV-szél kombinációk, ahol a fotovoltaiikus technológia a szélenergia technológiával van kombinálva, lehetővé teszik az energiatermelés diverzifikálását és stabilizálását. Ebben a környezetben a szélenergia és a napenergia egymást kiegészíthetik, például napos, szélcsendes napokon a napenergia, míg szeles, felhős napokon a szélenergia dominálhat.



4. ábra Hibrid napelemes rendszer
(forrás:vilagitasok.hu)

A hibrid rendszerek (4. ábra) előnye az, hogy az egyes rendszerek egymást kiegészíthetik, így csökkentve az energia termelésének időbeli ingadozásait, és biztosítva a folyamatos energiaellátást. Ezenfelül, a hibrid rendszerek integrációjával és az energiatárolási megoldásokkal, például akkumulátorokkal együtt, a felhasználók még megbízhatóbb

energiaellátást kaphatnak, még olyan időszakokban is, amikor a napenergia vagy szélenergia termelés alacsony.

A kisméretű, hordozható napenergia rendszerek a Quaschnig és Chiras által bemutatott másik fontos kategória, amelyek különösen hasznosak olyan területeken, ahol a hagyományos energiaellátás nehézkes vagy nem áll rendelkezésre. Az ilyen rendszerek kompakt méretük és hordozhatóságuk révén ideálisak kieső helyekre, katasztrófhelyzetekre, szabadtéri tevékenységekre vagy egyszerűen olyan helyzetekre, ahol az energiaellátás ideiglenes vagy mobil megoldást igényel.

A hordozható napenergia rendszerek, amelyek gyakran PV technológián alapulnak, lehetővé teszik az emberek számára, hogy elektromos energiát termeljenek akár útközben is. A kisméretű, hordozható rendszerek széles skáláját kínálják, a kisebb, hordozható napenergia töltőtől a nagyobb, hordozható napenergia generátorokig, amelyek képesek elektromos energiát szolgáltatni kempingezéshez, vészhelyzetekhez vagy távoli munkahelyekhez.

Az energiatárolás kulcsfontosságú szerepet játszik a napenergia rendszerek hatékonyságának növelésében. Chiras művében találhatók lehetnek példák és magyarázatok a napelemmel kapcsolt akkumulátor rendszerekről és a tömeges hőtároló rendszerekről. Az akkumulátor rendszerek lehetővé teszik a napenergia tárolását elektromos formában, míg a tömeges hőtároló rendszerek a hőenergiát tárolják.

Az energiatárolás nélkülözhetetlen azokban a napenergia rendszerekben, amik folyamatos energiaellátást kell biztosítani a napfény ingadozása ellenére is. A Chiras által bemutatott technológiák között találhatók a napelemmel kapcsolt akkumulátor rendszerek és a tömeges hőtároló rendszerek, amelyek különböző módon képesek tárolni a napenergiát, és lehetővé teszik a napenergia hatékony felhasználását. (Chiras, 2016)

Az akkumulátor rendszerek a napenergia tárolására szolgálnak elektromos formában, és lehetővé teszik a napenergia használatát azokban az időszakokban, amikor a nap nem süt. A napelemmel kapcsolt akkumulátor rendszerek a napelemek által termelt elektromos energiát tárolják akkumulátorokban, amelyek később, a napfény hiányában is energiát tudnak szolgáltatni. Az akkumulátorok technológiai fejlesztései, mint például a lítium-

ion akkumulátorok, javították például az energiatárolás hatékonyságát és csökkentették a költségeket, ezáltal hozzájárulva a napenergia rendszerek megfizethetőségéhez és megbízhatóságához.

A tömeges hőtároló rendszerek a napenergiát hő formájában tárolják, és általában koncentrált napenergia (CSP) rendszerekben vagy napkollektoros rendszerekben alkalmazzák őket. A tömeges hőtároló rendszerek lehetővé teszik a napfény által termelt hőenergia tárolását és későbbi felhasználását, például éjszaka vagy felhős időszakokban, amikor a napenergia termelés alacsony, vagy nincs. A tömeges hőtároló rendszerek általában sós vagy más anyagok hőtároló tartályaiban tárolják a hőt, a tárolt hőenergia segítségével képesek gőzt generálni és így elektromos energiát termelni.

Az energiatároló technológiák fejlődése és integrációja kulcsfontosságú a napenergia rendszerek hatékony és megbízható működésének biztosításához, és hozzájárul a megújuló energiaforrások szélesebb körű alkalmazásához.

Elmondható tehát ezek alapján, hogy napenergia technológiák széles választéka létezik. A két referált könyv, Quaschnig és Chiras munkái révén mélyebb betekintés nyerhető ezen technológiák működésébe, alkalmazásába és jövőbeli kilátásaiba. Az ilyen technológiák folyamatos fejlesztése elősegíti a fenntartható energiaforrások növekedését, valamint lehetőséget teremtenek a globális energiaellátás diverzifikálására.

2.3. A napenergia használatának jelenlegi helyzete a háztartásokban

A napenergia használata világszerte növekvő trendet mutat az utóbbi évtizedben. A fosszilis tüzelőanyagoktól való függőség csökkentésére és a fenntartható energiaforrások növekedésére irányuló globális erőfeszítések részeként a napenergia a háztartásokban is egyre fontosabb szerepet kap.

A modern napelemek hatékonysága folyamatosan nő, ami azt jelenti, hogy egyre több napfényt képesek elektromos energiává alakítani.

Azonban ez a hatékonyság nem állandó, sok faktortól függ:

- Földrajzi helyzet: A napelemek hatékonysága nagymértékben függ a földrajzi helyzettől. A napsütéses órák száma és az égbolt tisztasága kritikus tényezők, amelyek meghatározzák, mennyi napenergia érhető el az elektromos energia előállításához. Magyarország földrajzi elhelyezkedése közepesen kedvező a napenergia termelés szempontjából, hiszen az ország közepes szélességi körön helyezkedik el. A napsütéses órák száma éves szinten változik, de nyáron a hosszú nappalok lehetővé teszik nagyobb mennyiségű napenergia termelését.
- Időjárási viszonyok: Az időjárási viszonyok, például a hőmérséklet, a páratartalom és a szél, szintén befolyásolják a napelemek hatékonyságát. A meleg és párás időjárás, valamint a szélcsend csökkentheti a napelemek hatékonyságát. Magyarországon a tél hideg és kevésbé napsütéses, míg a nyár meleg és napos, ezért a napelemek hatékonysága évszaktól függően változik. A meleg, párás nyarakon a napelemek hatékonysága csökkenhet, míg a szélcsendes, napos időjárás javíthatja a hatékonyságot.
- Környezet: A környezet is jelentős hatással van a napelemek hatékonyságára. A csupasz talaj jobban felmelegszik, mint a zöld növényzet fedte talaj, ezért a növénytakaró önmagában növelheti a napelemek hatékonyságát. A növényzet és a talaj típusa, valamint a környezeti hőmérséklet és légszennyezettség is befolyásolja a napelemek teljesítményét. Nálunk a mezőgazdasági területek és a zöld növényzet jelenléte pozitívan befolyásolhatja a napelemek hatékonyságát, mivel a növényzet csökkenti a talaj felmelegedését, és ezzel hűvösebb környezetet biztosít a napelemek számára.
- Domborzati és egyéb faktorok: A napelemek teljesítményét olyan körülmények is befolyásolják, mint a domborzat, a hőmérséklet, a besugárzás mértéke és az átlag napsütéses órák száma. A domborzat és a tájolás, valamint a panelek dőlésszöge és magassága is befolyásolja a napsugárzás elérhetőségét és intenzitását. (Landy-Gyebnár, 2019)

A fenti faktorok megértése és a napelem-rendszerek megfelelő tervezése és telepítése kritikus ahhoz, hogy maximalizáljuk a napenergia rendszerek hatékonyságát és elektromos energia előállítási képességét. Az időjárási és környezeti kihívásokra adott

megfelelő reagálás, valamint a napelem technológia további fejlesztése létfontosságú a napenergia hosszú távú sikeréhez és a megújuló energiaforrások széles körű elfogadásához.

A napelemek fejlődése ellenére a telepítésük költsége még mindig magas lehet. Ezen belül a rendszer teljes árának mintegy 80%-át a napelemek teszik ki, ami azt jelenti, hogy a napelemek vásárlása és telepítése jelentős beruházást igényel.

Az emberek egyre inkább tudatában vannak a megújuló energiaforrások jelentőségének és előnyeinek. Ennek ellenére, a teljes energiaellátáson belül a napenergia még mindig csak egy viszonylag kisebb részt képvisel, bár a tendencia felfelé mutat.

Magyarországon például a kormány és az energetikai szektor célja, hogy növeljék a megújuló energiaforrások arányát az összes energiaellátáson belül. A tervek szerint a megújuló energiaforrások az összes energia 13%-át fogják adni, és ezen belül a napenergia fontos szerepet játszik. A cél eléréséhez szükséges a napenergia termelési kapacitásának növelése és az infrastruktúra fejlesztése, hogy támogassa a napenergia hatékony felhasználását (pvEurope, 2021)

Magyarországon a napelemek termelési kapacitása jelentősen megnőtt az elmúlt években, ami a megújuló energiaforrások iránti elkötelezettség és az állami támogatások eredménye. 2016 és 2020 harmadik negyedéve között a napenergia termelési kapacitása több mint háromszorosára, 1,825 MW-ra nőtt. Ez jelentős növekedés, ami a napenergia fontosságát és a megújuló energiaforrások iránti elkötelezettséget tükrözi Magyarországon. Ugyanakkor, az energiahatékonysági célok elérése terén Magyarország kevésbé sikeresnek bizonyult más EU tagállamokhoz képest, ami rávilágít arra, hogy további erőfeszítésekre van szükség a megújuló energiaforrások, különösen a napenergia területén. (pvEurope, 2021)

A fenti fejlemények és adatok alapján látható, hogy Magyarországon folyamatosan növekszik a napenergia használata, de még van út a megújuló energiaforrások széles körű elfogadása és a kormány energiahatékonysági céljainak elérése felé. A napelemek kapacitásának növekedése pozitív lépés ezen az úton.

Magyarország kormánya, hasonlóan sok más nemzet államigazgatásához, adókedvezményeket és támogatásokat kínál annak érdekében, hogy ösztönözze a napenergia használatát a háztartásokban. Ez a lépés egyben a szélesebb körű cél, a megújuló energiaforrások előmozdítása felé tett lépés is, melyek csökkentik az ország szén-dioxid kibocsátását és segítenek elérni a környezetvédelmi célokat. A támogatási rendszer egyik konkrét példája a METÁR tender, amely egy állami pályázati rendszer, amelyet a napenergia projektek támogatására hoztak létre. (MEKH, dátum nélk.)

A METÁR tender rendszer első pilot programja után, mely sikernek bizonyult, 2020 októberében indult el a második hivatalos tender, majd ezt követően további tenderek kerültek kiírásra, legutóbb 2022 március 4-én a hatodik. A tenderek célja, hogy ösztönözze a vállalatokat, önkormányzatokat és magánszemélyeket a napenergia-projektek megvalósítására. A tenderek keretében benyújtott és elbírált projektek listáját is közzétették, amelyek támogatást nyertek a kormánytól a napenergia beruházásokhoz.

A METÁR tenderek nem csak a napenergia használatának növelését célozzák, hanem a napenergia ipar fejlesztését és a technológiai innovációt is elősegítik Magyarországon. A tenderekkel kapcsolatos pozitív visszajelzések és a napenergia kapacitásának folyamatos növekedése arra utalnak, hogy a kormány támogatási politikája hatékonyan ösztönzi a napenergia használatát és beruházásokat ezen a területen.

Ezen felül, a METÁR tender rendszer a nemzeti energiapolitika szélesebb kontextusában is fontos szerepet játszik, mivel hozzájárul a megújuló energiaforrások arányának növeléséhez az ország energiaellátásában, és segít Magyarországnak közelebb kerülni a környezetvédelmi és energiahatékonysági célok eléréséhez.

Bár a napenergia használata a háztartásokban Magyarországon növekszik, és a kormány ösztönzi az alkalmazását, továbbra is vannak kihívások. Ezek az ösztönzők nem mindig elegendők a napenergia széles körű elfogadásához. A jövőbeli sikerhez szükség van a technológia, a finanszírozás és a politikai támogatás további összehangolására és fejlesztésére.

2.4. A napelemes rendszerek és napkollektorok telepítése, teljesítménye és hatásfoka és megtérülése

A napelemeket, mint a legtöbb helyen láthatjuk háztartások esetében inkább tetőkre, illetve ha nincs megfelelő tájolású tető, akkor tartószerkezetekre helyezik el. Ezek a tartószerkezetek legtöbbször földön vagy valahol kiemelve helyezkedik el a magasban.

Az ideális tájolás 30-40 fok dőlésszögű, déli irány. Természetesen pontosan ilyen felület a valóságban nagyon elszórtan található. A dél-keleti és dél-nyugati tájolás és a 20-50 fok közötti dőlésszög is megfelel a napelemek telepítésére.

Az, hogy melyiket válasszuk a telepítéskor nagyban függ a már előzőekben felsoroltaktól, de ha kevés a helyünk és nem áll rendelkezésre túl nagy tér, akkor a lehető legnagyobb hatásfokút érdemes választani a nagyobb teljesítmény érdekében, viszont az ellenkező esetben kisebb hatásfokút, aminek az ára kedvezőbb viszont több kell belőle ugyanazért a teljesítményért, de ez magától értetődő.

A napelemek teljesítménye típusonként változó. A csúcsteljesítményt W_p -vel jelölik, ez a napelem által leadott maximális teljesítmény. A kereskedelmi forgalomban kapható napelemek teljesítménye 100-240 W között van, a leggyakoribb 200 W körül mozog. A fentiekből kitűnik, hogy 1 kW beépített teljesítményhez 4-5 db napelemre van szükség, ez ma Magyarországon éves viszonylatban 1200 kWh energiát termel.

Ha ismert az éves villamosenergia fogyasztás, akkor viszonylag egyszerű számításokkal meghatározhatjuk, hogy a napelemekből milyen mennyiség szükséges ahoz, hogy az energiszaldónk 0 legyen.

A napelemek hatásfoka függ a napelemek alapanyagától is és a technológiájától. A hatásfok az alábbiak szerint meghatározható.

$$\eta = \frac{P_m}{E * A_c}$$

Ahol,

P_m , a fényelem által leadott maximális teljesítmény

E , a napsugárzás energiája

A_c , a napelem felülete négyzetméterben

A hatásfokot a környezeti tényezők közül a hőmérséklet, a cellák felületének tisztasága és a megvilágítás erőssége is befolyásolja

A napelemes rendszert minden esetben az áramfogyasztáshoz kell megtervezni.

A napelemes rendszer megtérülésének idejét nehéz megmondani, hiszen számolni kell a villamosenergia árának emelkedésével, az inflációval, kamatokkal, finanszírozási költségekkel és egyéb más tényezőkkel.

A megtérülés számítására az egyik leggyakoribb számítási mód a jelenérték módszer.

A napkollektorok esetében a hatásfok úgy határozható meg, hogy mennyi a hasznosított energia és a kollektor felületre eső napsugárzás hányadosa, ez egy derült, meleg nyári nap esetében 70-80%-ra tehető körülbelül. A hatásfok a napsugárzás erősségétől függ, a környezeti levegő ebben az esetben nem elsődleges. A hatásfok nem állandó, mivel a napsugárzás és a hőmérséklet változó. A hatásfokot befolyásolja a hőelnyelő felület minősége, az abszorder geometriája és hővezető képessége, a borítás átláthatósága és a kollektor kisugárzása és annak hővesztesége.

A napkollektorok teljesítménye szintén nem állandó, hanem pillanatnyi, ez azt jelenti, hogy elsősorban a mindenkori körülményektől függ, de leginkább a napsugárzás nagyságától, a külső hőmérséklettől, a szélesebségtől és a napkollektor hőmérsékletétől.

Optimálisan akkor beszélhetünk maximális teljesítményről egy napkollektor esetében, ha a napsugárzás merőleges a napkollektor felületére, értéke 1000W/m^2 , és a kollektorok hőmérséklete megegyezik a levegő hőmérsékletével. Igazi körülmények között a napkollektorok teljesítményének maximális értéke olyan 50-70% közé tehető.

A napkollektoros rendszer megtérülésének ideje pedig attól függ, hogy mennyi a kihasználási órák száma. Optimális esetben a megtérülés szempontjából, ha használati melegvíz ellátására kalkuláljuk a megtérülést, mivel melegvízre egész évben szükség van.

Napkollektorok beépítésével a melegvíz ellátás 60-75%-át, míg a fűtés rásegítésnél 25%-át tudjuk fedezni a napenergiával. Ahhoz, hogy egy napkollektoros rendszer pénzügyi megtérülését ki tudjuk számolni, az alábbi adatokra van szükségünk:

- Napkollektoros rendszer beruházási költsége
- Mennyi hagyományos energia takarítható meg a napkollektoros rendszerrel
- Milyen energiahordozót váltanak ki
- A kiváltott energiahordozó egységára

2.5. Az előnyök és hátrányok áttekintése

A napenergia használatának háztartási előnyei számos szempontból nyilvánvalóak, és sokkal többet jelentenek, mint csupán egy alternatív energiaforrást. Az ökológikus lábnyom csökkentése és a gazdaságilag hatékony megoldások keresése miatt a napenergia egyre inkább az előtérbe kerül. A jelenlegi szakirodalom is alátámasztja ezeket az állításokat.

Az egyik legkézenfekvőbb előnye, hogy a napenergia tiszta és környezetbarát energiaforrás. Szlávik János a Fenntartható környezet- és erőforrás-gazdálkodás című könyvében rámutat arra, hogy a napenergia segíthet elérni a fenntartható fejlődési célokat. (Szlávik, 2005) Kihangsúlyozza a napenergia fenntartható fejlődési célok elérésében betöltött fontos szerepét.

Ebben az összefüggésben a háztartások napenergia-felhasználása is releváns lehet. Nem csak az ipar, vagy a nagy energetikai projektek esetében kell, hogy szó legyen fenntarthatóságról, hanem a hétköznapi emberek életében is. A napenergia használata a háztartásokban csökkentheti a szén-dioxid-kibocsátást, és egyúttal a háztartások energiaszámláját is, ami hozzájárul az erőforrások felelősebb felhasználásához.

A fenntartható erőforrás-gazdálkodásnak és a környezettudatosságnak napjainkban egyre nagyobb a társadalmi értéke, és ebben a napenergia használata a háztartásokban

kulcsszerepet játszhat. Sok helyen már léteznek olyan ösztönző programok, amelyek támogatják a megújuló energiaforrások, így a napenergia használatát, és ezeket a háztartások is igénybe vehetik. Így a napenergia nem csak a közösségi, hanem az egyéni szinten is segíthet a fenntartható fejlődési célok elérésében.

Ezen kívül a napenergia használata a háztartásokban nem csak az éghajlatváltozás elleni küzdelem szempontjából fontos. A napenergia lehetővé teszi, hogy a háztartások részben vagy egészben leváljanak a központi energiaszolgáltatásról, ezáltal csökkentve a külső erőforrásoktól való függőségüket. Ez összhangban van a fenntartható erőforrás-gazdálkodás és a helyi erőforrások használatának elvével, amelyet Szlávik is említ könyvében.

Tehát amikor a háztartások napenergiát használnak, nem csak a közvetlen környezeti előnyöket élvezhetik, hanem a társadalom szélesebb körben kialakított fejlődési céljaihoz is hozzájárulhatnak. Ez a holisztikus megközelítés, amit Szlávik is hangsúlyoz könyvében, kulcsfontosságú a fenntartható környezet és erőforrás-gazdálkodás megvalósításában.

A költséghatékonyság és a függetlenség szintén fontos tényezők. A napenergia használata jelentősen csökkentheti a villamosenergia-számlát, sőt, helyenként lehetőség van az áramszolgáltatóknak történő visszaadásra is. Falus Richárd Sokasodó napelemek a háztartásokban című tanulmányában kiemeli, hogy a napenergia használata nagymértékben növelheti az energiafüggetlenséget és csökkentheti a költségeket. (Falus, dátum nélk.)

A berendezések hosszú élettartama és alacsony karbantartási költségei szintén előnyt jelentenek. A napelemek és napkollektorok élettartama több évtizedes, és az esetleges karbantartások jellemzően nem igényelnek nagy költségeket vagy bonyolult beavatkozásokat. A technológia fejlődésének köszönhetően ezek az eszközök egyre hatékonyabbak és gazdaságosabbak.

Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a napenergia kiváló megoldást nyújthat olyan területeken, ahol nincs hozzáférés a hálózathoz vagy más energiaforrásokhoz. Távoli

falvakban, vagy más elzárt területeken a napenergia használata lehet a legkézenfekvőbb megoldás az energiaszükséglet kielégítésére.

Végül, de nem utolsósorban, a napenergia használata pozitív hatással van a helyi gazdaságokra is. A berendezések gyártása, telepítése és karbantartása új munkahelyeket teremt, és hozzájárul a helyi közösségek fejlődéséhez.

Érdekességgépp érdemes a további előnyöket is megfigyelni a mezőgazdasági felhasználás új trendjeit más országokban.

Német és holland vállalatok összefogtak és egy kétfunkciós, agrofotovoltaikus (AgriPV) technológiát alkalmazó rendszert valósítottak meg egy 3,2 hektáros málnatermesztő terület felett. Az objektum maga 10 250 részben átlátszó napelemből áll, és hozzávetőlegesen 1250 háztartás számára szolgáltat környezetbarát energiát, míg a málna növekedése a napelemek alatt zavartalanul folytatódik. A rendszer megfelelő mennyiségű fényt biztosít a növekedéshez, minimalizálja a talajból a víz párolgását, és védelmet nyújt az extrém időjárási körülmények, mint a jégverés, erőteljes viharok és közvetlen napsütés ellen. (Falus, dátum nélk.)

A decentralizált energiatermelés előnye, hogy az egyes háztartások, közösségek saját maguk termelhetik meg az áramot, amire szükségük van. Ez azt is jelenti, hogy a központi hálózatokhoz való csatlakozás, és az ezzel járó infrastrukturális beruházások, mint például transzformátorok, vezetékek és egyéb hálózati elemek, nem szükségesek. Mindez nem csak költségeket takarít meg, hanem időt is, mivel a napenergia rendszerek viszonylag gyorsan telepíthetőek.

Ezen túlmenően a napenergia használatának társadalmi előnyei is vannak. Azokban a közösségekben, ahol korábban nem volt stabil elektromos hálózat, a napenergia használata lehetővé teszi az oktatás, az egészségügy és más alapvető szolgáltatások javítását. A helyi energiaforrások alkalmazása, mint amilyen a napenergia, a közösség önrendelkezését is erősítheti, mivel kevésbé függenek külső energiaforrásoktól, vagy központi döntéshozatali mechanizmusoktól.

A napenergia ezen aspektusai különösen fontosak lehetnek azokban az országokban, ahol a távoli vagy elszigetelt területeken élő emberek száma magas, és az energiához való

hozzáférés egyenlőtlen. A napenergia használata ezen területeken nem csak energetikai, hanem társadalmi és gazdasági előnyöket is hozhat, és ezáltal hozzájárul a fenntartható fejlődési célok eléréséhez.

Ezekon felül a napenergia lehetőséget teremt az okosotthonok és a decentralizált energiaellátási rendszerek széles körű elterjedésére is. Az okos eszközök és a napenergia rendszerek integrációja lehetővé teszi az energiafelhasználás optimalizálását, így tovább növelve a rendszer hatékonyságát.

A napenergia tehát nem csak egy alternatív energiaforrás, hanem egy komplex, multifunkcionális megoldás, ami számos előnnyel rendelkezik a környezettudatosságtól a gazdasági hatékonyságig.

A napenergia háztartási használatának előnyei mellett azonban léteznek hátrányai is, amelyek gyakran korlátozzák a technológia széles körű alkalmazását. Ezek a hátrányok nem elhanyagolhatóak, és gyakran tárgyai a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos tudományos vitának.

Az egyik legfontosabb korlátozó tényező az időjárási és évszakokkal járó változások hatása. Mivel a napenergia termelése függ az évszaktól és az időjárási viszonyoktól, nem garantálható az állandó és megbízható energiaellátás. Az Országos Meteorológia Szolgálat egyik cikke is megemlíti, hogy a meteorológiai viszonyok befolyásolhatják a napenergia rendszerek hatékonyságát, és különösen a tél és az esős időszakok problémát jelenthetnek. (Országos Meteorológia Szolgálat , dátum nélk.)

A kezdeti befektetési költség is jelentős hátrány. A napenergia berendezések telepítése és működtetése magas kezdeti befektetést igényel, amely sokak számára elérhetetlenné teszi a technológiát, vagy nem térül meg elég gyorsan. Ezen kívül a napenergia tárolása és szállítása további költségekkel jár, mivel speciális akkumulátorokra és inverterekre van szükség, amelyek megnövelik a rendszer teljes költségét. (Tiszta Energiák, dátum nélk.)

A helyszükséglet szintén gondot jelenthet. A napelemek és napkollektorok gyakran nagy területet igényelnek, ami korlátozhatja az elhelyezési lehetőségeket és zavarhatja az építészeti összhangot vagy a tájat. A nagy területigény a háztartásoknál és a városi területeken különösen problémás lehet.

A napenergia használata önmagában nem elegendő a teljes energiafüggetlenség megvalósításához. A napos órákon kívül vagy a csúcsfogyasztási időszakokban gyakran szükség van más energiaforrások bevonására is, mint például szélenergia, vízenergia vagy fosszilis tüzelőanyagok. Ez azt jelenti egyelőre, hogy a napenergia csak egy része lehet egy komplex és sokszínű energiaellátási rendszernek. (Aszódi, 2016)

Összességében a napenergia háztartási használata sok előnnyel jár, de a hátrányai miatt komoly mérlegelés tárgyai. Az időjárási viszonyok változékonysága, a magas kezdeti befektetési és fenntartási költségek, a helyigény és az energiaforrások sokszínűségének szükségessége mind olyan tényezők, amelyek korlátozhatják a napenergia széles körű alkalmazását.

2.6. Korábbi kutatások bemutatása és összehasonlítása

A háztartási napenergia használat témája az utóbbi évtizedekben számos kutatás fókuszába került. Ezek a kutatások különböző perspektívákat és geográfiai régiókat vizsgálnak, és az ökonómiai, technológiai, környezeti és társadalmi tényezők összefüggésrendszerét elemzik.

Az ökonómiai kérdések központi eleme a háztartási napenergia használatban a kezdeti befektetés és a megtérülési idő. Az Egyesült Államokban a National Renewable Energy Laboratory (NREL) több olyan kutatást is publikált, amelyek kiemelik, hogy az évtizedek során drasztikusan csökkentek a napelemek árai. Az 1980-as években például a napelemek wattja közel 76 dollárba került, míg 2019-re ez az ár már csak 0,2-0,3 dollár között mozgott. (NREL, 2022)

Ez az árcsökkenés jelentős mértékben növelte a technológia elérhetőségét és így a háztartások számára is egyre inkább megfizethetővé vált. A technológia elterjedtségét és gazdaságosságát befolyásolja továbbá a megtérülési idő is, amely egyes becslések szerint már 5-7 év között is lehet az Egyesült Államokban, attól függően, hogy az adott állam milyen támogatásokat és ösztönzőket kínál. (NREL, 2016)

Magyarországon hasonló a helyzet. A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) kutatói többek között azt vizsgálták, hogy a magyar háztartásokban megvalósított napenergia-

projektek mennyi idő alatt térülnek meg. Az eredmények szerint ez általában 10-15 év között van, amit befolyásol a magyarországi infláció, támogatások és az áram ára is. Az MTA kutatása szerint a napelemes rendszerek telepítési költségei és a napelemek ára szintén csökkenő tendenciát mutatnak, ami pozitívan befolyásolja a technológia magyarországi elterjedését. (MTA, 2016)

Az ökonómiai szempontok egyik legfontosabb kérdése, hogy a háztartások milyen mértékben tudják finanszírozni a kezdeti beruházást, és milyen gyorsan térül meg számukra a befektetés. Ebben a kérdésben az állami támogatások és ösztönzők is kulcsszerepet játszanak, hiszen ezek jelentősen befolyásolják a megtérülési időt és ezzel együtt a technológia elterjedését. Mind az amerikai, mind a magyar kutatások alátámasztják, hogy a napenergia használat ökonómiai megvalósíthatósága egyre inkább javul, ami hosszú távon kedvező kilátásokat jelent.

A technológiai hatékonyság egy kardinális tényező a napenergia rendszerek elterjedésében és gazdaságosságában. Az egyik mérvadó kutatóintézet, a Massachusetts Institute of Technology (MIT), számos kutatást végez ezen a területen. Az egyik legfontosabb irányzat, amelyben kutatnak, az olyan új anyagok és technológiák fejlesztése, amelyek képesek növelni a napelemek hatékonyságát. Egy új megközelítésük a perovszkit sejtek tervezésében a perovszkit anyaghoz kötött, különösen kezelt vezető réteg hozzáadásával és a perovszkit formula módosításával növelte a napelemek teljes hatékonyságát 25,2 százalékra. (Chandler, 2021)

Magyarországon is zajlanak hasonló kutatások. A hazai kutatók célja szintén az, hogy növeljék a napelemek hatékonyságát és ezzel hozzáférhetőbbé tegyék a technológiát a háztartások számára. Egyik ilyen kutatás például azzal foglalkozik, hogy a napenergia kapacitási lendülete növekszik Magyarországon, ahol már majdnem 4 GW generáló kapacitás van, amelynek több mint 2,5 GW-ja 50 kW-nál nagyobb méretű tömbökből áll. (Keresztes, 2023)

A háztartások számára ez két módon is kedvező. Egyrészt a növekvő hatékonyság miatt kevesebb napelem-panelra van szükség azonos energiaelőállítás érdekében, ami csökkenti a beruházási költségeket. Másrészt, a hatékonyság növekedése azt is jelenti,

hogy a meglévő napelemek több energiát állíthatnak elő, csökkentve ezzel az energiafogyasztás költségeit és gyorsítva a befektetés megtérülését.

Tehát mind az amerikai, mind a magyar kutatások azonos irányba mutatnak: a technológiai fejlesztések folyamatosan javítják a napelem rendszerek hatékonyságát, amely nem csak az elterjedését segíti, de a háztartások számára is egyre inkább gazdaságossá teszi a napenergia használatát. Az anyagtudományi és fizikai kutatások eredményei így közvetve, de jelentős mértékben hozzájárulnak az energiapiac és a fenntarthatóság fejlesztéséhez.

A klímaváltozás megfékezése és a fenntartható jövő biztosítása érdekében a megújuló energiaforrások használatának jelentősége vitathatatlan. Ebben a kontextusban az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) kiemeli a napenergia jelentőségét. Az IPCC jelentései szerint a napenergia nem csupán egy megújuló energiaforrás, hanem az egyik leginkább fenntartható módszer a széndioxid és egyéb üvegházgázok kibocsátásának csökkentésére. (IPCC, 2022)

Magyarországon is egyre több kutatás foglalkozik a megújuló energiaforrások, így a napenergia hazai lehetőségeivel. A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal kutatása például kimutatta, hogy Magyarország földrajzi adottságai kedveznek a napenergia használatának. E kutatások alátámasztják, hogy a napenergia nem csupán globális, de lokális szinten is kiemelten fontos lehet a fenntartható energiaellátásban. (24.hu, 2022)

Környezeti szempontból a napenergia használata hozzájárul az üvegházgáz-kibocsátások csökkentéséhez, ezzel lassítva a klímaváltozás negatív hatásait. Emellett az energiaellátás diverzifikációjához is hozzájárul, csökkentve ezzel a fosszilis üzemanyagok iránti függőséget.

Magyarországon az említett kutatás azt sugallja, hogy a napenergia hosszú távú megoldást jelenthet a klímaváltozás hatásainak enyhítésére és a fenntartható energiaellátásra. A napenergia tehát nem csak globális, hanem hazai szinten is jelentős lépést jelenthet a fenntarthatóbb jövő felé, és a tudományos közösség folyamatosan dolgozik annak érdekében, hogy megismerjük e forrás teljes potenciálját.

A napenergia használatának terjedése nem csupán technológiai vagy gazdasági kérdés; a társadalmi és kulturális faktorok szintén nagy szerepet játszanak ebben a folyamatban. A Lawrence Berkeley National Laboratory egyik kutatása rámutat, hogy az emberek hozzáállása, a közösségi normák és a helyi szabályozások döntően befolyásolják a napenergia használatának mértékét. Az amerikai viszonyok között például a környezettudatos életmód iránti elkötelezettség és a fenntarthatósági célok megvalósítása fontos mozgatórugói a napenergia használatának. A kutatás szerint a célzott pénzügyi ösztönzők és a lízing modellek növelik a napenergia fotovoltaiikus (PV) adoptációját az alacsony és közepes jövedelmű háztartásokban, így növelve az adoptáció egyenlőségét. (Chao, 2020)

Magyarországon is vannak erre vonatkozó kutatások, bár ezek kevésbé széles körben ismertek. A társadalmi tényezők befolyásának feltárása kritikus azért, mert a napenergia használatának terjedése itthon nem pusztán technológiai és gazdasági akadályoktól függ. A társadalmi tudatosság és a közösségi normák jelentősen hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a háztartások elkezdjenek átállni erre a fenntartható energiaforrásra. Ebben a kontextusban meg kell vizsgálni, hogy milyen mértékben vannak az emberek tisztában a napenergia előnyeivel, illetve milyen társadalmi vagy gazdasági akadályok állnak az átállás útjában. (Szakály, Balogh, Enikő, Gabnai, & Bai, 2021)

ennek ismeretében már elmondható, hogy a társadalmi és kulturális elemzések nélkülözhetetlenek a napenergia használatának növeléséhez, mind az Egyesült Államokban, mind Magyarországon. A kutatások ezen az ágon végzett további munka lehetővé teheti számunkra, hogy célzottabb politikai és társadalmi intervenciókkal segítsük elő a napenergia háztartási használatának növekedését. Az összehasonlító elemzések, amelyek az amerikai és a magyar viszonyok közötti különbségeket is kiemelik, segíthetnek abban, hogy az adott kulturális és társadalmi környezetbe szabott megoldásokat találjunk.

Összegzésként tehát a háztartási napenergia használat körül forognak még megválaszolatlan kérdések és kihívások, de a technológia egyre elérhetőbb és hatékonyabb. A nemzetközi és magyar kutatások egyaránt arra mutatnak, hogy bár

vannak még kihívások, a napenergia használata egyre inkább előtérbe kerül, mind a tudományos, mind a politikai diskurzusban.

2.7. A napenergia rendszerek jövőbeni irányvonalai

A napenergia rendszerek jövőbeni irányvonalai a megújuló energiaforrások piacának egyik legizgalmasabb és dinamikusabban fejlődő területét képviselik. A szakdolgozatnak ebben a fejezetében átfogóan bemutatom azokat a fejlesztési trendeket és technológiai innovációkat, amelyek formálják a napenergia rendszerek jövőbeni alkalmazását és hatékonyságát. Ezeknek a tendenciák megismerése azért jelentős, mert összességében hozzájárulnak a napenergia rendszerek jövőbeni fejlődéséhez, amelyek jelentős hatással lehetnek a globális energiapiacra és a fenntartható energiaellátásra.

A technológiák diverzifikációját tekintve a jövőben a napenergia átalakítására alkalmazott technológiák - különösen a fotovoltaiikus (PV) és a koncentrált napenergia (CSP) rendszerek - továbbra is uralkodó szerepet fognak játszani. Ezt alátámasztja a "The Future of Solar Energy" - MIT Energy Initiative cikk is, ami a fotovoltaiikus (PV) és a koncentrált napenergia (CSP) technológiák jelenlegi és lehetséges jövőbeni formáit vizsgálja, hangsúlyozza. (MIT energie Initiative, dátum nélk.) Ezek a technológiák várhatóan az elkövetkezendő évtizedekben lesznek dominánsak a napenergia-termelésben, mivel az energiatermelő létesítmények tipikusan több évtizedig működnek.

Már említésre került ugyan, de itt is kiemelném, hogy várhatóan a napenergia technológiák fejlődése egyre inkább más energiatechnológiákkal, például szélenergiákkal és tárolórendszerekkel való integrációt jelenthet a későbbiekben. Az épületek és járművek fokozott elektrifikációja, valamint az új, tiszta üzemanyagok megjelenése jelentős hatással lesz a napenergia jövőjére. Az egyik előrejelzés szerint Egyesült Államokban a napenergia 2050-re akár a villamosenergia-termelés 45%-át is biztosíthatja, ha rendszer teljesen szén-dioxid-mentesítésre kerül. (Solar Energy Technologies Office, dátum nélk.)

Az utóbbi állítást egy másik tanulmány is alátámasztja. A National Renewable Energy Laboratory (NREL) által készített "Solar Futures Study" egy mélyreható elemzést nyújt a napenergia potenciális jövőbeni szerepéről az Egyesült Államok energiaellátásában

(NREL, dátum nélk.). A tanulmány három forgatókönyvet dolgozott ki a napenergia jövőjének modellezésére, amelyek mindegyike különböző feltételezéseken és politikai kereteken alapul.

1. Alapforgatókönyv: Ez a forgatókönyv a jelenlegi politikai és piaci trendeken alapul. Az alapforgatókönyv a napenergia jelenlegi növekedési ütemét és a meglévő szabályozási kereteket veszi figyelembe. Ebben a modellben a napenergia növekedése fokozatos, a jelenlegi technológiai és gazdasági környezetnek megfelelően.
2. Szén-dioxid-mentesítési forgatókönyv: Ebben a forgatókönyvben a villamosenergia-rendszer 2035-re 95%-ban, 2050-re pedig 100%-ban szén-dioxid-mentes. Ez a modell feltételezi, hogy a kormányzati és szabályozói döntéshozók aktív lépéseket tesznek a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése érdekében. Ez magában foglalja a napenergia és más megújuló energiaforrások jelentős növekedését, valamint a fosszilis tüzelőanyagok használatának jelentős csökkenését az energiatermelésben.
3. Szén-dioxid-mentesítés-plusz-elektifikációs forgatókönyv: Ebben a forgatókönyvben az elektromos hálózat jelentősen bővül az épületek, a közlekedés és az ipar elektifikációjának köszönhetően. Ez a forgatókönyv a legambiciózusabb, mivel nemcsak a szén-dioxid-mentesítést célozza, hanem az energiaellátás teljes átalakítását is, az energiafogyasztás egyre nagyobb mértékű elektromos alapokra helyezésével.

A tanulmány szerint a napenergia részesedése az Egyesült Államok villamosenergia-ellátásában 2020-ban 3%-ról 2035-re 40%-ra, 2050-re pedig 45%-ra nőhet. Ez azt jelenti, hogy a napenergia szerepe az energiaellátásban jelentősen megnő az elkövetkező évtizedekben. Emellett, ha a teljes energiarendszer szén-dioxid-mentesítése is megtörténik, akkor a tanulmány szerint a fokozott elektifikáció - az épületek, a közlekedés és az ipari energia tekintetében - miatt akár 3200 gigawatt napenergiát feldolgozó rendszer telepítésére is szükség lehet. Ez a szám figyelemre méltó növekedést jelent a jelenlegi kapacitáshoz képest, ami nagy kihívásokat és lehetőségeket is rejt magában a napenergia ipar számára.

A 2023-as World Energy Outlook áttekintése rámutat a globális energetikai szektor kihívásaira és lehetőségeire. A jelentés kiemeli, hogy az Oroszország és Ukrajna közötti konfliktus, valamint a Közel-Kelet instabilitása jelentős hatással van az energiaárakra és piacokra, rávilágítva a fosszilis tüzelőanyagok korlátaira és a fenntarthatóbb energiaforrásokra való átállás szükségességére (IEA, 2023).

A jelentés szerint a tisztaenergia-projektek, mint például a napenergia, szélenergia és akkumulátor technológiák, a globális energiaberuházások legdinamikusabb részét képezik. Ezek a projektek azonban számos piacon szembesülnek a költséginflációval, az ellátási lánc problémáival és a magas hitelfelvételi költségekkel. A tiszta energiába történő beruházások növekedési üteme döntően befolyásolja a globális energiakereslet jövőbeli alakulását. A jelentés három forgatókönyvet vizsgál:

1. Meghatározott szakpolitikai forgatókönyv: Ebben a forgatókönyvben a teljes energiaigény éves növekedési üteme 0,7% 2030-ig, ami körülbelül a fele az elmúlt évtized növekedési ütemének. A kereslet 2050-ig tovább növekszik.
2. Bejelentett vállalások forgatókönyve: Ez a forgatókönyv a teljes energiaigény ellaposodását feltételezi, köszönhetően a jobb hatékonyságnak és a villamos energiával működő technológiák, mint az elektromos járművek és hőszivattyúk hatékonysági előnyeinek.
3. Nettó nulla kibocsátású forgatókönyv: Ebben a forgatókönyvben a villamosítás és a hatékonyságnövekedés még gyorsabb, ami 2030-ig a primer energia évi 1,2%-os csökkenéséhez vezet.

A jelentés kiemeli a napenergiarendszerek, különösen a fotovoltaiikus panelek gyorsabb telepítésének jelentőségét, amelyet Kína által vezetett gyártási kapacitás bővítése támogat. A cseppfolyósított földgáz exportkapacitásának növelése és a geopolitikai feszültségek hatása szintén fontos tényezők.

A jelentés tehát hangsúlyozza az energiapiacok volatilitását és a megfizethető, megbízható és rugalmas energiaellátás fontosságát, különösen a fejlődő gazdaságokban. Az energetikai átállás a villamosításra és a tiszta technológiák diverzifikált ellátására

összpontosít, ahol a feltörekvő piaci és fejlődő gazdaságok játszanak kulcsszerepet a globális villamosenergia-kereslet növekedésében.

A fejezet zárásaként a magyar napelemipar fejlődésének elemzése rámutat, hogy a hazai és EU-s stratégiai megfontolások, valamint a háború által katalizált változások eredményeként Magyarország az egyik vezetővé vált a megújuló energiatermelés terén (Horváth, 2023). Jelenleg 5100 megawatt beépített fotovoltaiikus kapacitással rendelkezik az ország, és a tendencia továbbra is exponenciális növekedést mutat.

Az uniós energiapolitika célja a fosszilis energiahordozóktól való függés csökkentése és az emisszió, különösen az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése. A 2009/28/EK (RED I) irányelv értelmében a megújuló energiaforrások felhasználásának arányát 2020-ig 20 százalékra kellett növelni a közösségi energiafogyasztásban, Magyarország esetében pedig 13 százalékot írt elő (Európai Parlament és Tanács, 2010). 2020-ban a Nemzeti Energia- és Klímaterv keretében a napelemes kapacitások bővítését tűzték ki célul, aminek köszönhetően Magyarország 2020-ban elérte, 2021-ben pedig meghaladta az EU által kitűzött célt.

Az ukrán-orosz háború jelentős változásokat hozott az európai energiapiacban, amelyek elősegítették a napenergia térnyerését. Az EU REPowerEU tervében és az EU Solar Energy Strategy-ben a napenergiát kiemelt energiaforrásként azonosították, amely segítheti az Európai Unió függetlenedését az orosz gáztól.

Magyarországban a napenergia részesedése a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia termelésében 2022-re elérte a 21,3 százalékot, amelynek 61,5 százalékát a napenergia teszi ki. Ezen kívül, a háztartási méretű naperőművek (HMKE-k) terjedése is jelentős, amelyek összesen 1994 megawatt beépített teljesítménnyel rendelkeznek.

A beruházások tekintetében Mezőcsáton átadásra került a 250 MW beépített kapacitású naperőmű, amely Magyarország új csúcstartója. További nagy beruházások várhatóak, például a spanyol ID Energy Group és az osztrák Green Source fejlesztései.

A megújuló napenergia gyors térnyerése azonban új kihívások elé állítja Magyarországot, különösen az elektromos ellátórendszer korszerűsítését és digitalizálását illetően. A villamosenergia-vezetékrendszer átalakítására nagyjából 16.000 milliárd forint

beruházásra van szükség. Az energiaunió irányításáról szóló 2018/1999/EU rendelet szerint a Nemzeti Energia- és Klímatervet 2024 nyarára aktualizálják, a célkitűzést várhatóan 12 gigawattra emelik (Európai Parlament és Tanács, 2018).

Ezek alapján elmondható, hogy a magyar napenergiaipar sikeresen alkalmazkodott a változó környezethez, és jelentős növekedést ért el, de a hálózatrendszer korszerűsítése és stabilizálása továbbra is kiemelt feladat marad.

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

Az adatgyűjtés a kutatásban online formában, anonim módon valósul meg, főleg közösségi média csoportokon keresztül. Az online kérdőív összesen 20 kérdésből áll, amelyek között eldöntendő és skálázott válaszlehetőségek találhatók. Ebben az esetben az adatgyűjtés célja kifejezetten a háztartások napenergia használatának kvantitatív elemzése. Az anonim formában gyűjtött adatok biztosítják az információk bizalmas kezelését, és lehetővé teszik a válaszadók számára, hogy őszintén feleljenek.

Az adatfeldolgozás és -elemzés esetében a kutatás során a lehető legegyszerűbb módszereket alkalmazom. Az online, anonim kérdőívből származó adatokat először egy Excel-táblázatba importáljuk. Itt alapvető deskriptív statisztikai műveleteket hajtok végre: kiszámítom az átlagokat, mediánokat és a válaszok szórását.

A válaszok elemzésekor főként százalékos arányokat és frekvenciákat használok, hogy érzékeltessem, milyen mértékben használnak napenergiát a háztartások, vagy milyen attitűdök, ismeretek és gyakorlatok figyelhetők meg. Ezt kiegészítem a skálázott kérdésekből származó információkkal, melyek segítenek megérteni, hogy az emberek milyen mértékben értékelik a napenergia előnyeit vagy hátrányait.

Az elemzés során nem alkalmazok komplex statisztikai módszereket, mint a faktoranalízis vagy a regressziós modellek, mivel a cél egy könnyen érthető, ám informatív képet kapni a háztartások napenergia-használatáról.

A könnyen érthető eredmények elérése érdekében grafikus ábrákat és diagramokat is alkalmazok, hogy vizualizáljam az adatokat. Ez lehetővé teszi az olvasó számára, hogy gyorsan és könnyen feldolgozhassa az információt, valamint segít az eredmények értelmezésében.

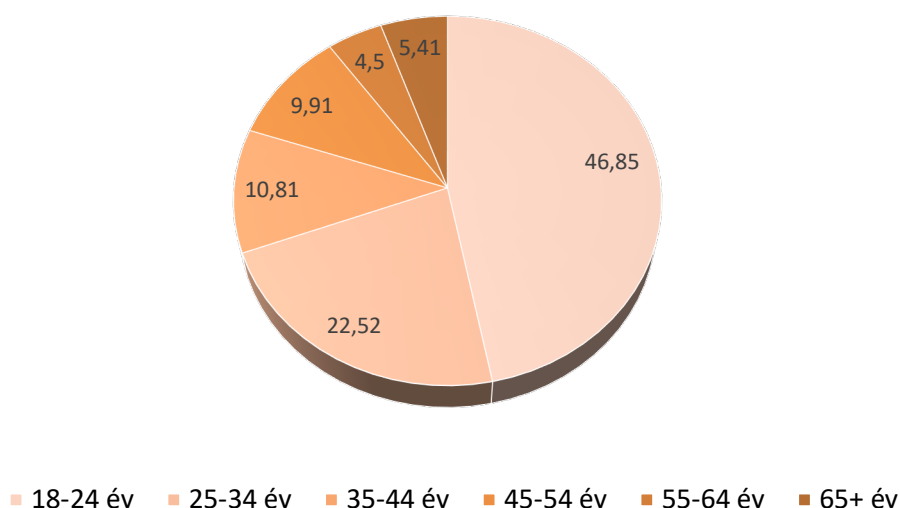
A fentiek alapján a kutatási és elemzési módszertan célja a napenergia háztartási szintű használatának egyszerű, mégis átfogó megértése. Az adatfeldolgozás során a lehető legkevesebb technikai és statisztikai bonyolultságra törekszem, hogy az eredmények szélesebb kör számára is érthetőek és hozzáférhetőek legyenek.

3.1. Demográfiai adatok elemzése

A kutatás először a demográfiai adatokat mérte fel. Összesen 111 ember töltötte ki a kérdőívet 2023 augusztus közepén 2 hetes időintervallumon belül. 86 nő és 25 férfi felelt online a feltett kérdésekre, akik közül 77-en városban, 20-an kisvárosban, és 14-en falun élnek életvitel szerűen. A kitöltés alapján 5-nek alacsony, 66-nak közepes és 40-nek magas a havi háztartási jövedelme.

A kitöltők többsége (69%) az 18-34 éves korosztályba tartozik, amely jelentős túlsúlyban van az összes válaszadó között. (5. számú ábra) A medián érték szintén ebben a korcsoportban helyezkedik el, mert leggyakoribb kategória az 18-24.

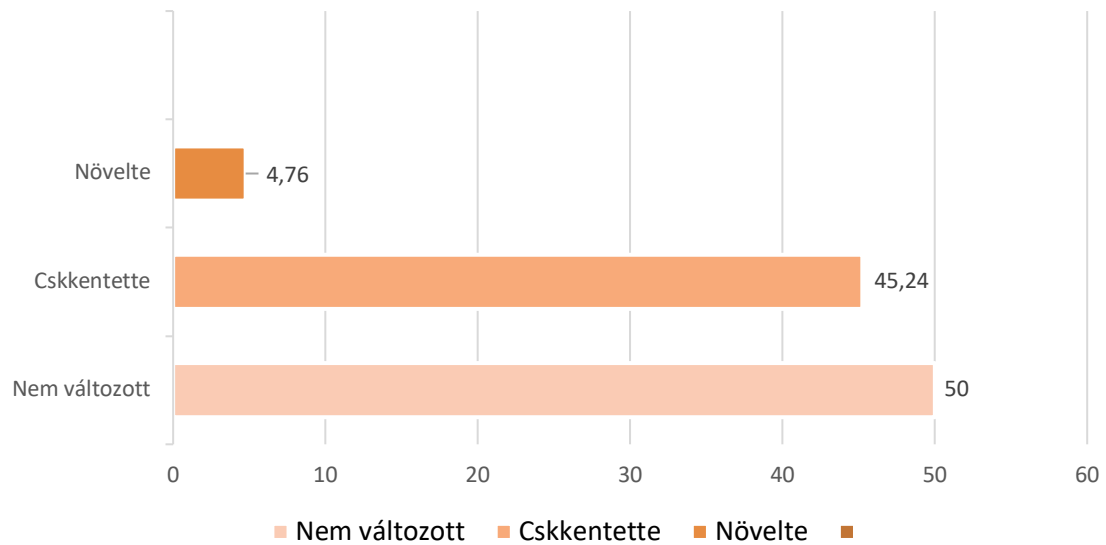
Százalékos arányok korcsoportra vonatkoztatva



5. ábra Százalékos arányok korcsoportra vonatkoztatva
Forrás: saját szerkesztés

A 111 válaszadó közül 42 használ napelemet. A kutatási adatok alapján látható, hogy a napelemet használó válaszadók többsége úgy véli, hogy a napenergia rendszer használata nem változtatta meg vagy csökkentette az energiafogyasztásukat. Csak egy kisebb csoport, kevesebb mint 5%, állítja, hogy növelte az energiafogyasztásukat. (6.ábra)

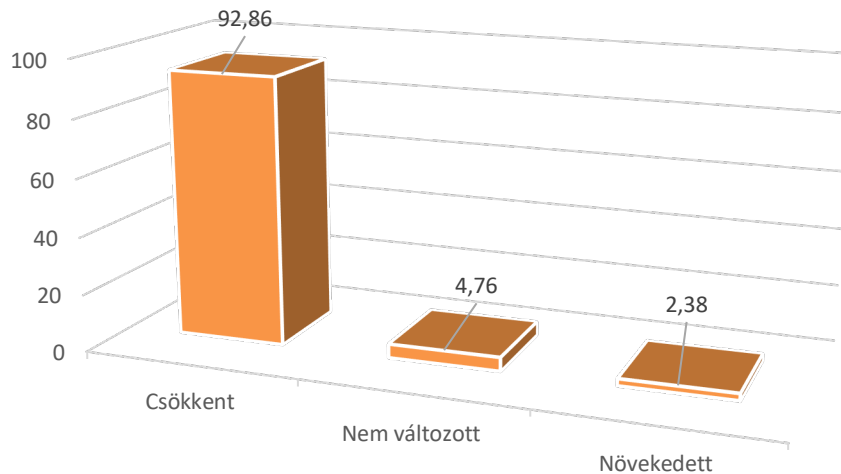
Százalékos arányok energiafogyasztásra vonatkoztatva



6. ábra Százalékos arányok energiafogyasztásra vonatkoztatva
Forrás: saját szerkesztés

93%-uk úgy nyilatkozott, hogy a napenergia rendszer bevezetésével csökkent az energiaszámlája. Kisebb százalékban, kevesebb mint 5%, nem tapasztalt változást, és csupán egy fő, azaz 2,38% állítja, hogy növekedett az energiaszámlája. (7.ábra)

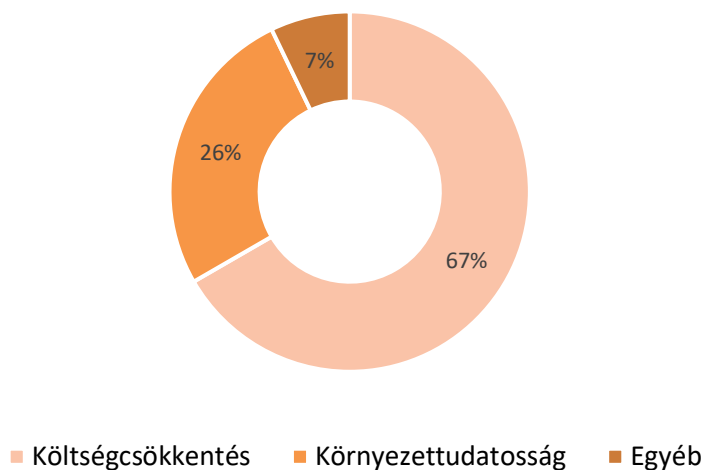
Százalékos arányok energiaszámlára vonatkoztatva



7. ábra Százalékos arányok energiaszámlára vonatkoztatva
forrás: saját szerkesztés

A válaszadók többsége, mintegy 67%, a költségcsökkentés miatt vezette be a napenergia rendszert. Körülbelül 26%-uk környezettudatosságból döntött a napenergia rendszer bevezetése mellett, míg a maradék 7% egyéb okokból választotta ezt az energiamegoldást. (8.ábra)

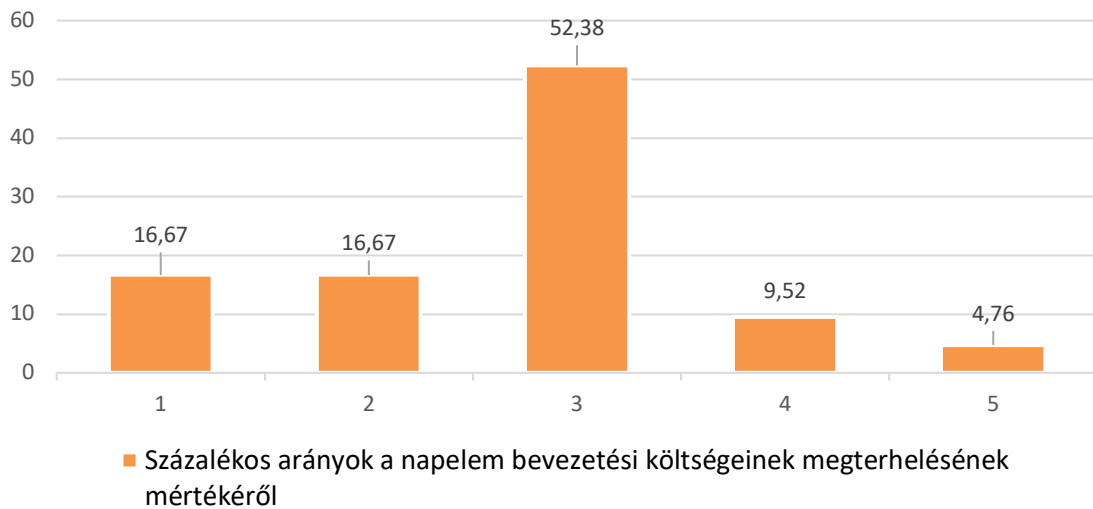
Százalékos arányok a napelem bevezetésének motivációjára



8. ábra Százalékos arányok a napelem bevezetésének motivációjára
Forrás: saját szerkesztés

A legtöbb válaszadó (52.38%) a közepes "3"-as értéket adta a 9. kérdésre, ami azt sugallja, hogy az emberek többsége közepesen érezte problémának a napenergia rendszer bevezetésének kezdeti költségeit. A két szélső érték (1 és 5) a legkevesebbet kapott, 16.67% és 4.76%-ot. Ez arra utal, hogy az emberek többsége nem találta extrém módon magasnak vagy alacsonynak a kezdeti költségeket. A válaszadók 16.67%-a találta alacsonynak (2), míg 9.52% találta magasnak (4) a kezdeti költségeket. Összességében a válaszok alapján úgy tűnik, hogy a válaszadók többsége valahol a közepes és alacsony közötti értékeket találta leginkább relevánsnak a napenergia rendszer bevezetésének kezdeti költségei kapcsán. (9.ábra)

Százalékos arányok a napelem bevezetési költségeinek megterhelésének mértékéről

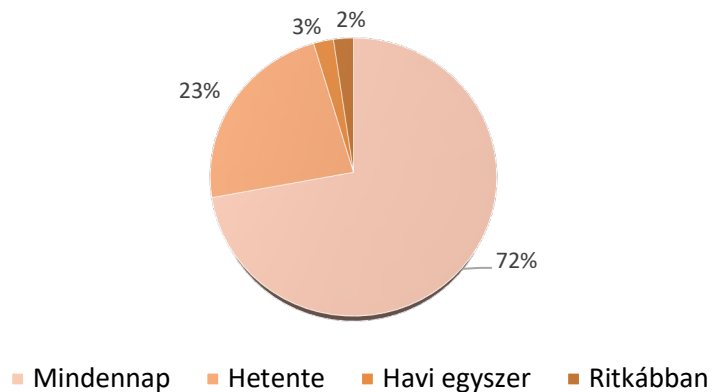


9. ábra Százalékos arányok a napelem bevezetési költségeinek megterhelésének mértékéről
Forrás: saját szerkesztés

Az összes válaszadó kevesebb, mint fele, 46,84%-a van tisztában a helyi támogatásokról, melyek a napelemrendszer bevezetését segítik. A napelemet már használók közül ugyanakkor ez az arány 83,3%.

A válaszadók többsége, 73.81%-a mindennapi gyakorisággal használja a napenergiát háztartásában, míg 23.81% hetente veszi igénybe ezt a lehetőséget. Egy-egy válaszadó (2.38%-2.38%) jelezte, hogy ritkábban, vagy csak havi egyszer használja a napenergiát.

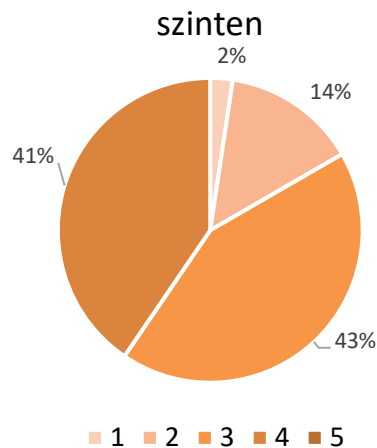
Százalékos arányok a napelem használatának gyakoriságáról



10. ábra Százalékos arányok a napelem használatának gyakoriságáról
Forrás: saját szerkesztés

A napenergia rendszerrel való elégedettség magas 42 válasz alapján: 42.86% adott 4-es értékelést és további 40.48% adott 5-ös értékelést. Tehát, az emberek 83.34%-a elégedett, vagy nagyon elégedett a rendszerrel. Kisebb hányad, 14.29% közepesen elégedett, és csak egy személy (2.38%) értékelte alacsonyan a rendszert. Összességében az eredmények azt mutatják, hogy az emberek általában elégedettek a napenergia rendszerekkel, amelyeket háztartásukban telepítettek. (11.ábra)

A napenergia rendszerrel való elégedettség ajánlási szinten



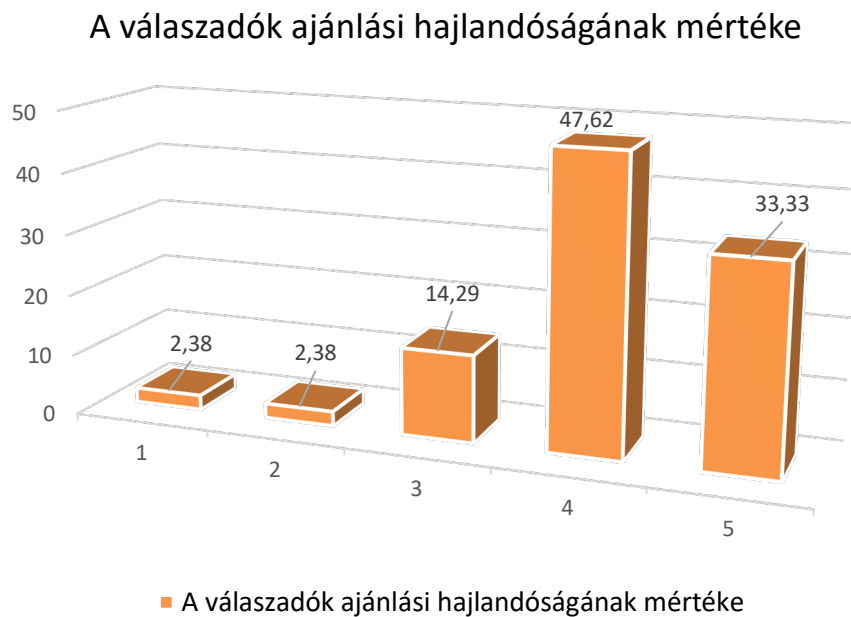
11. ábra A napenergia rendszerre való elégedettségi szint
Forrás: saját szerkesztés

Az adatok alapján látható, hogy a válaszadók túlnyomó többsége, 47.62%-a 4-es értékelést adott, vagyis nagyon valószínű, hogy ajánlaná a napenergia rendszert ismerőseinek. További 33.33% maximálisan, azaz 5-ös értékkel ajánlaná azt. Összességében tehát az ajánlásra való hajlandóság rendkívül magas. Csak egy-egy válaszadó (2.38%-2.38%) adott alacsony értékelést, és 14.29% adott közepes értékelést.

Az eredmények szerint a válaszadók túlnyomó többsége, 81.08%-a úgy gondolja, hogy a környezettudatosság növekedése hozzájárult a napenergia használatának növekedéséhez a háztartásokban. Ez azt mutatja, hogy a válaszadók nagy része érzékeli a környezettudatosság és a napenergia rendszerek közötti pozitív kapcsolatot.

Ezzel szemben csak 11.71% gondolta azt, hogy nincs ilyen összefüggés, míg a maradék 7.21% nem tudta megítélni ezt a kérdést. Ez arra utal, hogy van egy kisebb csoport, amely nem lát egyértelmű kapcsolatot a környezettudatosság növekedése és a napenergia

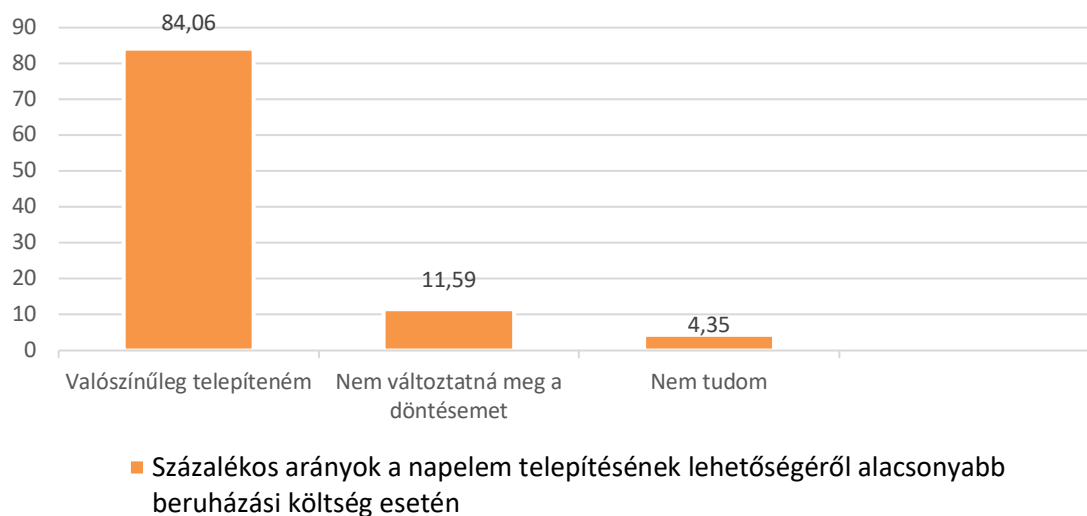
használatának növekedése között, illetve van egy még kisebb csoport, amely bizonytalan ebben a kérdésben. (12.ábra)



*12. ábra A válaszadók napelem rendszer ajánlási hajlandóságának mértéke
Forrás: saját szerkesztés*

A válaszok alapján az is látható, hogy a válaszadók, akik még nem telepítettek napenergia rendszert az otthonukba, túlnyomó többségben, 84.06%-a, telepítenék a napenergia rendszert, ha alacsonyabb lenne a beruházási költség. Az eredmények azt sugallják, hogy a költség az egyik legnagyobb tényező, ami visszatartja az embereket a napenergia rendszerek telepítésétől. Csak 11.59% gondolta, hogy az alacsonyabb költség nem befolyásolná a döntését, míg 4.35% nem volt biztos a válaszában. (13. ábra)

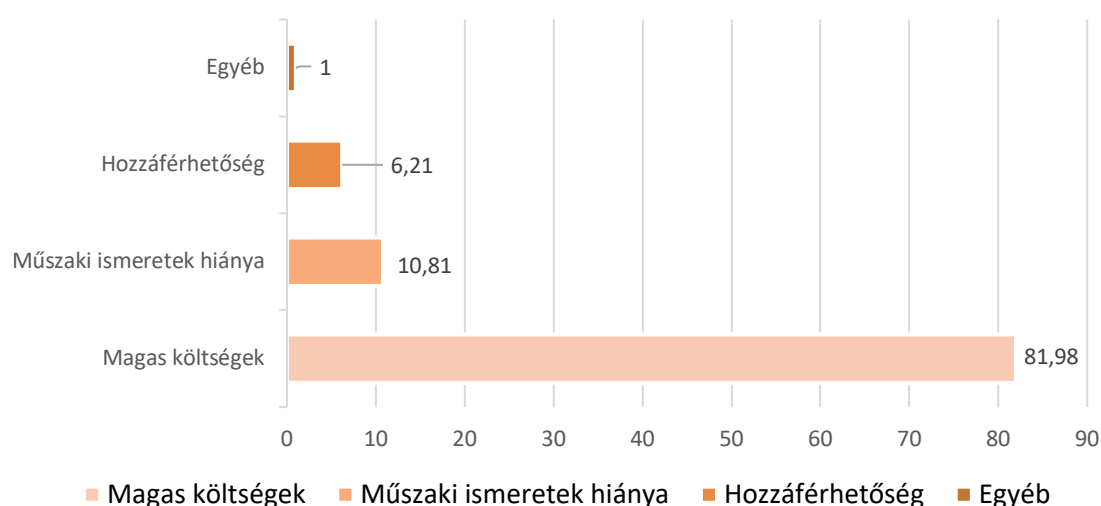
Százalékos arányok a napelem telepítésének lehetőségéről alacsonyabb beruházási költség esetén



13. ábra Százalékos arányok a napelem telepítésének lehetőségéről alacsonyabb beruházási költség esetén
Forrás: saját szerkesztés

Az emberek többsége (81.98%) a magas költségeket tartja a legnagyobb kihívásnak a napenergia rendszerek telepítésében. A másik három kategória (műszaki ismeretek hiánya, hozzáférhetőség és egyéb) jóval kevesebb választ kapott. (14.ábra)

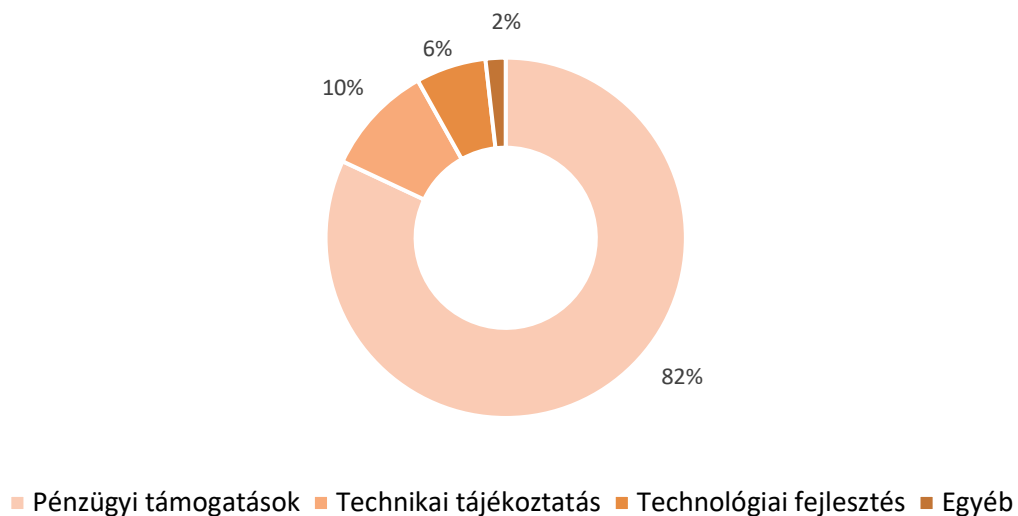
Százalékos arány a napenergia rendszer telepítésének fő kihívásait tekintve



14. ábra Százalékos arány a napenergia rendszer telepítésének fő kihívásait tekintve
Forrás: saját szerkesztés

Az emberek döntő többsége (81.98%) szerint a pénzügyi támogatások lennének a leginkább segítő tényezők a napenergia használatának elterjedésében. A technikai tájékoztatás és a technológiai fejlesztés is fontos, de jóval kevesebb választ kaptak, mint a pénzügyi támogatások. Az "Egyéb..." kategória a válaszok csupán 1.8%-át tette ki, ami azt sugallja, hogy a válaszadók többsége nem gondol más jelentős tényezőre. (15.ábra)

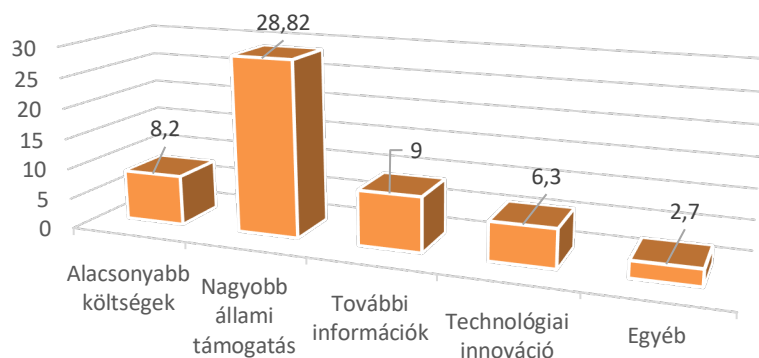
Százalékos arány a tényezők között, amelyek segíthetnének a napenergia használatának elterjedésében



15. ábra Százalékos arány a tényezők között, amelyek segíthetnének a napenergia használatának elterjedésében
Forrás: saját szerkesztés

A kutatás alapján az emberek többsége (53.15%) úgy véli, hogy az alacsonyabb költségek a legfontosabb tényezők a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében. (16.ábra)

Százalékos arány a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében

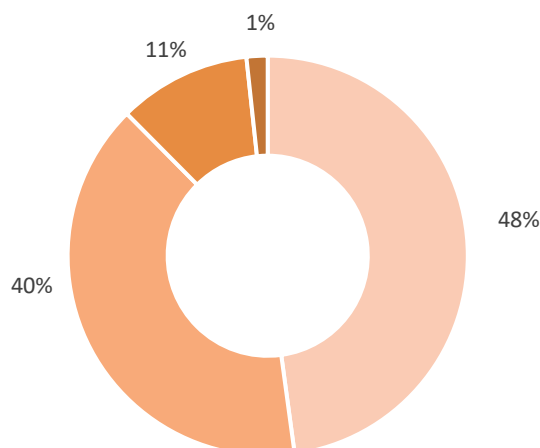


- Százalékos arány a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében

16. ábra Válaszok a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében
Forrás: saját szerkesztés

A válaszadók 47.75%-a tartja a költségmegtakarítást a legnagyobb előnynek a napenergia rendszer használatában, 39.64% a környezetvédelmet, 10.71% az energiabiztonságot, míg 1.70% más előnyt lát ebben. (17.ábra)

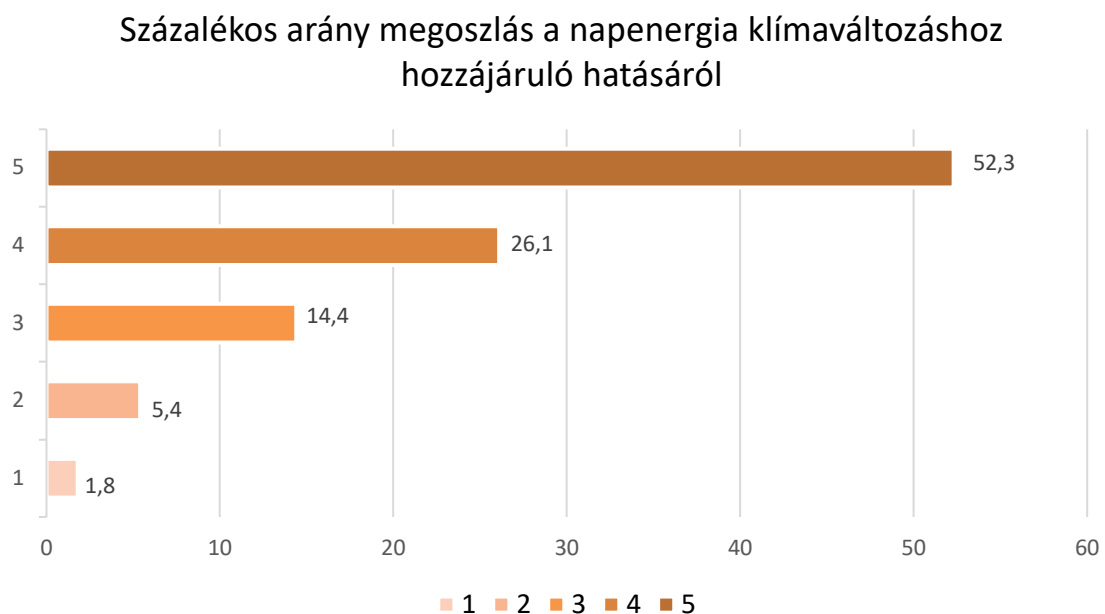
Százalék arány a napenergia előnyeiről



- Költségmegtakarítás: ■ Környezetvédelem ■ Energiabiztonság ■ Egyéb előnyök

17. ábra Százalék arány a napenergia előnyeiről
Forrás: saját szerkesztés

A 111 válasz alapján a résztvevők 52,3%-a teljes mértékben egyetértett (5-ös érték), 26,1% nagymértékben egyetértett (4-es érték), 14,4% közepesen egyetértett (3-as érték), míg az alacsonyabb 1-es és 2-es értékeket 1,8% és 5,4% választotta az utolsó kérdésre, melyben arra kerestem a választ, hogy milyen mértékben gondolja, hogy a napenergiarendszerek használata hozzájárulhat a globális klímaváltozás elleni küzdelemhez? Ez azt mutatja, hogy a válaszadók döntő többsége optimista a napenergia klímavédelmi potenciálját illetően, de van egy kisebb csoport, amely kevésbé látja ezt hatékonynak. (18. ábra)



*18. ábra Százalékos arány megoszlás a napenergia klímaváltozáshoz hozzájáruló hatásáról
Forrás: saját szerkesztés*

Végezetül a kutatási kérdőív keresztelemzését tekintve a következő tények állapíthatóak meg a válaszok alapján:

A keresztelemzés célja a napenergia rendszerek használatának és a demográfiai változók összefüggéseinek vizsgálata. A válaszadók demográfiai jellemzőinek elemzése során különös figyelmet fordítottam a korosztályra, a nemre, a lakóhely jellegére és a háztartások jövedelmi helyzetére.

Korosztály tekintetében az adatok azt mutatják, hogy a minta jelentős része, 56%, a fiatalabb generációhoz tartozik, azaz 18-24 év közötti. Ezt követi a 25-34 év közötti korosztály 28%-kal. A fennmaradó 16% a 35 éves vagy annál idősebb korosztályba esik.

A nemek eloszlása a válaszadók körében egyértelműen a nők felé billen, akik a minta 72%-át teszik ki, míg a férfiak aránya 28%. Ez a megoszlás rávilágít arra, hogy a napenergia használatát tekintve a nők lehetnek az aktívabbak, vagy egyszerűen csak inkább hajlamosak részt venni ilyen típusú kutatásokban.

A lakóhely jellegét illetően a válaszadók túlnyomó többsége, 76%, városi környezetben él. A kisvárosi lakosok aránya 16%, míg a falusi lakóhelyet megjelölőké csak 8%. Ez azt sugallja, hogy a városi lakosok körében magasabb lehet a napenergia-rendszerek elterjedtsége, ami összefüggésben állhat a technológiai elérhetőséggel és a magasabb jövedelmi szinttel.

A jövedelmi helyzetet tekintve az adatokból kitűnik, hogy a magasabb jövedelmi kategóriába sorolják magukat a válaszadók 64%-a, míg a közepes jövedelmi helyzetet jelölők aránya 34%. Az alacsony jövedelmi helyzettel rendelkezők száma elhanyagolható, csupán 2%-ot tesznek ki. Az adatok alapján arra következtethetünk, hogy a napenergia-rendszerek használata szorosan összefügg a magasabb jövedelmi helyzettel, ami arra utalhat, hogy a kezdeti beruházási költségek megtérülése és a rendszerek fenntartása elsősorban ebben a demográfiai csoportban terjedt el.

Elmondható, hogy a kutatási minta keresztlemezése rávilágít arra, hogy a napenergia rendszerek használata elsősorban a fiatalabb, városi lakosok körében népszerű, akik magasabb jövedelemmel rendelkeznek. Ez a tendencia felhívja a figyelmet arra, hogy a napenergia elterjedése jelenleg még társadalmilag és gazdaságilag is meghatározott rétegekre korlátozódik, és a további elterjedéshez szükség lehet a technológiai akadályok leküzdésére, valamint a jövedelmi egyenlőtlenségek csökkentésére.

4. EREDMÉNYEK

Az adatok alapján több érdekes következtetés is levonható a napenergia rendszerekkel kapcsolatban. Elsőként azt látjuk, hogy a válaszadók 47.62%-a adott 4-es, míg 33.33% 5-ös értékelést az ajánlási hajlandóság terén. Ez összességében 80.95%-ot tesz ki, ami egyértelműen mutatja, hogy a válaszadók nagyon valószínű, hogy ajánlanák a napenergia rendszert ismerőseiknek. Csak 4.76% adott 1-es vagy 2-es értékelést, ami azt sugallja, hogy az elégedetlenség mértéke elhanyagolhatóan alacsony a napenergiát már használó háztartásokban.

Az érdeklődés magas szintje mellett az emberek jelentős hányada (81.08%) úgy véli, hogy a környezettudatosság növekedése pozitívan befolyásolja a napenergia rendszerek használatát. Ez felveti a kérdést, hogy a környezettudatos magatartás és a napenergia használata közötti pozitív kapcsolatot milyen mértékben erősíthetik a kormányzati és társadalmi szereplők.

Ami a költségeket illeti, az adatokból az látszik, hogy az emberek jelentős része (84.06%) telepítené a napenergia rendszert, ha alacsonyabb lenne a beruházási költség. Az, hogy csak 11.59% mondta azt, hogy az alacsonyabb költség nem változtatna a döntésén, azt mutatja, hogy a pénzügyi tényezők rendkívül fontosak. Az emberek döntő többsége (81.98%) szerint a magas költségek jelentik a legnagyobb kihívást a napenergia rendszerek telepítésében, és szintén 81.98% szerint a pénzügyi támogatások segítenének a leginkább a napenergia rendszerek elterjedésében.

A válaszadók 53.15%-a az alacsonyabb költségeket, míg 28.82% a nagyobb állami támogatást tartja a legfontosabbnak a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében. Ez ismételten alátámasztja, hogy a pénzügyi tényezők kulcsfontosságúak, de azt is mutatja, hogy az állami támogatásnak is jelentős szerepe lehet a napenergia rendszerek elterjedésében.

Végezetül, a válaszadók többsége (52.3%) teljes mértékben egyetért azzal, hogy a napenergia rendszerek használata hozzájárulhat a globális klímaváltozás elleni küzdelemhez. Ez azt mutatja, hogy a válaszadók többsége optimista a napenergia

klímavédelmi potenciálját illetően, de van egy kisebb csoport (5.4%), amely kevésbé látja ezt hatékonynak.

Összességében az adatok azt mutatják, hogy van egy erős pozitív hozzáállás a napenergia rendszerek iránt és láthatóan a pénzügyi korlátok jelentik a legnagyobb akadályt. Az állami támogatások és a környezettudatos nevelés jelentősen hozzájárulhatnak a napenergia rendszerek szélesebb körű elterjedéséhez.

Az összegyűjtött adatok alapján az első hipotézis, miszerint a napenergia használata növeli az energiahatékonyságot és csökkenti a költségeket, megerősítést nyer. A válaszadók 47.75%-a tartja a költségmegtakarítást a legnagyobb előnynek a napenergia rendszer használatában. Ez egyértelműen azt mutatja, hogy az emberek úgy érzik, a napenergia rendszerek használata pozitív hatással van a költségeikre és az energiahatékonyságukra.

A második hipotézis, amely szerint a napenergia használatának növekedése a háztartásokban az elmúlt években a környezettudatosság növekedésének köszönhető, szintén megerősítést kap. A válaszadók 39.64%-a említi a környezetvédelmet mint a napenergia használatának legnagyobb előnyét. A válaszok azt is mutatják, hogy a résztvevők döntő többsége (52,3% teljes mértékben egyetértett, 26,1% nagymértékben egyetértett) gondolja úgy, hogy a napenergia használata hozzájárulhat a globális klímaváltozás elleni küzdelemhez.

Az utolsó, harmadik hipotézis is megerősítést nyer a gyűjtött adatok alapján. A válaszadók 53.15%-a gondolja úgy, hogy az alacsonyabb költségek a legfontosabb tényezők a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételében. Továbbá, 28.82% szerint a nagyobb állami támogatás is segíthetne, amit szintén a magas kezdeti beruházási költségekkel lehet kapcsolatba hozni.

A kutatási adatok tehát megerősítik az összes hipotézist: az energiahatékonyság és költségcsökkentés percepciója igen magas a válaszadók körében; a környezettudatosság jelentős szerepet játszik a napenergia rendszerek háztartásokban történő elterjedésében; és a magas kezdeti beruházási költségek jelentik a legnagyobb akadályt a napenergia rendszerek széleskörű használatában. Az állami támogatások és a technológiai

fejlesztések növelhetik az emberek hajlandóságát a napenergia rendszerek használatára, és ezáltal hozzájárulhatnak a klímaváltozás elleni küzdelemhez is.

5. ÖSSZEGZÉS

A kutatási adatok több ponton is felhívták a figyelmet arra, hogy a napenergia háztartási felhasználásának növelésére lényegi és gyakorlati javaslatokat lehet tenni. Az egyik legfőbb megállapítás az volt, hogy az emberek számára az alacsonyabb költségek jelentik az egyik legfontosabb mozgatórugót.

Ennek fényében a gyártóknak és beszállítóknak el kellene gondolkodniuk azon, hogy miként lehetne csökkenteni a napenergia rendszerek árait. Ehhez természetesen az is hozzátartozik, hogy a kutatás-fejlesztési osztályok aktívabbá válnak az innovációk terén. A jelenlegi technológiák fejlesztése, valamint új, hatékonyabb és költségkímélőbb megoldások kutatása révén tehetők az árak elérhetőbbé a fogyasztók számára. A gyártási folyamatok esetleges automatizálása vagy az alapanyag-beszerzés optimalizálása is további utak lehetnek az árcsökkentés felé.

A költség kérdése mellett az állami támogatások szerepe sem elhanyagolható, a válaszadók közel egyharmada említette, mint az elérhetőség növelésének egyik lehetőségét. Ezen belül pedig az állami támogatások nemcsak a beruházás kezdeti fázisában, hanem hosszabb távon is segíthetnek. Érdemes lenne tehát olyan komplex támogatási rendszert kidolgozni, amely egyrészt direkt módon csökkenti a kezdeti beruházási költségeket, például adókedvezmények, vagy akár ingyenes telepítés formájában. Másrészt ezeknek a támogatási formáknak olyannak kell lenniük, hogy a fogyasztók könnyen hozzáférhessenek és igénybe vehessék őket, nem csak a nagyvárosokban, hanem a kistelepüléseken is. A támogatási rendszer könnyen érthető és elérhető kell, hogy legyen, és esetleges bürokratikus akadályokat is el kell hárítani.

A válaszadók közel 40%-a említette a környezetvédelmet, mint a napenergia rendszerek használatának egyik legnagyobb előnyét. Ezt szem előtt tartva, a napenergia rendszerek marketingjében és kommunikációjában is ezt az üzenetet kellene erősíteni. A fenntarthatósági szempontokat nemcsak a termékfejlesztés során, hanem az értékesítés és az utólagos szolgáltatások terén is célszerű előtérbe helyezni. Emellett, a termékfejlesztés során is fontos lenne, hogy a napenergia rendszerek olyan alapanyagokból készüljenek, amik nem csak környezetbarátok, hanem az esetleges későbbi felújítás, vagy cseréjük során is kevesebb hulladékot termelnek. A moduláris felépítés pedig nemcsak a

fenntarthatóságot erősíti, hanem a fogyasztóknak is lehetőséget ad arra, hogy kisebb lépésekben, fokozatosan fejlesszék saját rendszerüket. Az információhiány problémáját célszerű megoldani egy jól strukturált, könnyen érthető online platform létrehozásával, amely a napenergia-rendszerek háztartási alkalmazásával kapcsolatban ad átfogó és könnyen érthető információkat. Az oldalon például interaktív elemek is helyet kaphatnának, mint például számítógépes szimulációk vagy kalkulátorok, amik segítségével a látogatók költségeket vagy megtakarításokat becsülhetnek. Emellett az állami támogatások, adókedvezmények és egyéb anyagi ösztönzők leírására is nagy szükség lenne, természetesen könnyen érthető, világos nyelvezetben, hogy a felhasználók könnyen navigálhassanak a sokszor bonyolult jogszabályi rendszerben.

A válaszadók körében megfigyelhető optimizmus és szkepticizmus közötti dinamika azt jelzi, hogy bonyolultak az emberek attitűdjei és véleményei a napenergiával kapcsolatban. Erre reagálva javasolnám a pilot programok indítását, amelyek demonstrálják a napenergia rendszerek hosszú távú hatásait, különösképpen a CO₂-kibocsátás csökkentésében. Ezeken a pilot programokon keresztül nemcsak a technológia működőképességét, hanem annak társadalmi és környezeti hatásait is bemutathatnánk. Mindezen túl, az ilyen programok eredményei értékes adatokat is szolgáltathatnak a kormányzati döntéshozóknak és a vállalatoknak is, hogy a lehető legjobban igazítsák a stratégiáikat a valós igényekhez és lehetőségekhez. Végül, egy újabb innovatív megközelítésként érdemes lenne megfontolni a közösségi finanszírozás, például a crowdfunding lehetőségeit. Az ilyen platformok lehetővé tennék, hogy az alacsonyabb jövedelmű háztartások is hozzáférjenek a napenergia rendszerekhez. Egy jól tervezett, transzparens és megbízható közösségi finanszírozási modell lehetőséget adhat arra, hogy kisebb összegek gyűljenek össze egy nagyobb beruházás finanszírozására. Ez nemcsak az egyes háztartások számára teszi elérhetőbbé a technológiát, de a közösségi érdeklődést és támogatást is növeli, ami hosszú távon fenntarthatóbbá teheti a napenergia-rendszerek használatát.

Az összes javaslat együtt egy komplex, átfogó megközelítést kínál a napenergia háztartási felhasználásának elősegítésére, amely magába foglalja a termékfejlesztést, az állami támogatásokat, az emberek tájékoztatását és az innovatív finanszírozási megoldásokat.

Az összehangolt erőfeszítések révén ezek a stratégiák jelentősen hozzájárulhatnak a napenergia szélesebb körű alkalmazásához és a klímaváltozás elleni küzdelemhez.

A bemutatott kutatási adatok alapján több olyan további kutatási irány is felmerül, amik mélyrehatóan megvizsgálhatják a napenergia háztartási felhasználásának különböző területeit. Elsőként, mivel a válaszadók több mint fele az alacsonyabb költségeket tartja a legfontosabb tényezőnek, egy mélyebb elemzés jó lehetne a költségstruktúrára és az árcsökkentési lehetőségekre fókuszálva. Mik azok a technológiai újítások vagy gyártási folyamatok, amelyek radikálisan csökkenthetik a rendszerek árát? Hogyan lehet ezeket a költségcsökkentéseket skálázni, hogy minél több háztartás számára elérhetőek legyenek?

Másodszor, a környezettudatosság szerepének további vizsgálata is indokolt lehet, mivel ez a válaszadók jelentős részének a legnagyobb előnyként jelenik meg. Különösen azt lenne érdekes megvizsgálni, hogy az emberek mennyire vannak tisztában a napenergia környezeti előnyeivel és hogyan befolyásolja ez a tudatosság a rendszerek iránti keresletet. Ezen kívül arra is érdemes lehetne kutatást indítani, hogy a környezettudatosság milyen mértékben korrelál más demográfiai tényezőkkel, mint például az életkor, a jövedelem vagy az iskolai végzettség.

Harmadszor, az állami támogatások hatékonyságának és elérhetőségének átfogó elemzése is hasznos lenne. Milyen típusú támogatások váltak be leginkább más országokban, és ezek hogyan alkalmazhatóak a vizsgált piacon? Milyen adminisztratív akadályok állnak a háztartások útjában a támogatások igénybevételénél, és hogyan lehet ezeket leküzdeni?

Végezetül a kutatásban kimutatott optimizmus és a kisebb mértékű szkepticizmus közötti dinamikát is érdemes lenne tovább vizsgálni. Mi állhat a kevésbé optimista válaszadók aggodalmainak hátterében, és ezek hogyan orvosolhatóak vagy cáfolhatóak meg? A válaszok ezen aspektusának mélyebb megértése segíthetne a napenergia-rendszerek háztartási alkalmazásának szélesebb körű elfogadásában.

A szakdolgozat átfogóan vizsgálta a napenergia háztartási használatát, beleértve az alkalmazott technológiákat, költségeket, és a környezeti hatásokat. Az elemzett adatok és kérdőíves kutatás eredményei kimutatták, hogy a háztartások napenergia-

felhasználásával kapcsolatos legfőbb akadályok és motivációk komplexek, és több tényezőn alapulnak.

Az egyik legfontosabb megállapítás, hogy az emberek többsége (53,15%) az alacsonyabb költségeket tartja a legfontosabb tényezőnek a napenergia háztartásokban történő elérhetőbbé tételében. Ez erőteljesen alátámasztja a kutatás egyik alapvető hipotézisét, miszerint a magas kezdeti beruházási költségek jelentik a legnagyobb akadályt. Ebből következően, ha egy vállalat növelni szeretné a napenergia-rendszerek háztartási elterjedtségét, a költségek csökkentésére kell koncentrálnia. Itt nemcsak az egyszeri beruházási költségekre gondolok, hanem az üzemeltetési és karbantartási költségekre is. Új, költséghatékonyabb gyártási technológiák fejlesztésére, esetleg állami támogatások és finanszírozási lehetőségek kihasználására van szükség. A másik nagy csoport, a 28,82%, az állami támogatásokat látja kulcsfontosságúnak. Ebben az összefüggésben állami és önkormányzati intézkedések révén, például adókedvezmények vagy visszatérítések formájában, jelentősen növelhető lenne a napenergia-rendszerek iránti kereslet. A környezettudatosság szerepét sem szabad alábecsülni. A válaszadók 39,64%-a környezetvédelmi szempontokat említett a napenergia rendszerek használatának legnagyobb előnyeként. Ebben van lehetőség az oktatási és tájékoztatási kampányok számára, amelyek célja a lakosság környezettudatosságának növelése és az éghajlatváltozás elleni küzdelem fontosságának bemutatása.

A válaszadók döntő többsége optimista a napenergia klímavédelmi potenciálját illetően, amely kijelenthetően pozitív jelenség. Azonban van egy kisebb csoport, amely kevésbé látja ezt hatékynak, és itt van tér a további tájékoztatásra és oktatásra. Technológiai innováció révén, például hatékonyabb napelemek és energiatároló rendszerek fejlesztésével, tovább növelhető a napenergia rendszerek hatékonysága és ezzel párhuzamosan a közvélemény támogatottsága.

A kutatás eredményei nyilvánvalóvá tették, hogy a napenergia-rendszerek háztartási használatának növelése komplex kérdés, amely több szempontból igényel átgondolt stratégiai megközelítést. A technológiai fejlesztés, a költségek csökkentése, állami támogatások és a társadalom környezettudatosságának növelése együttesen járulhatnak hozzá a napenergia háztartási használatának elterjedéséhez.

IRODALOMJEGYZÉK

Aszódi, P. D. (2016). *Házi akkumulátorok és az „önellátó” napelemes lakóházak mítosza*.

Forrás: Aszódi Attila blog:
https://aszodiattila.blog.hu/2016/10/24/hazi_akkumulatorok_avagy_az_onellato_napelemes_lakohazak_mitosza

Austin, R. (2019). *The History of Solar Energy*. Letöltés dátuma: 2023. 08 04, forrás: Solar Tribune website: <https://solartribune.com/the-history-of-solar-energy/>

Chandler, D. L. (2021). *Researchers improve efficiency of next-generation solar cell material*. Forrás: MIT website: <https://news.mit.edu/2021/photovoltaic-efficiency-solar-0224>

Chao, J. (2020). *How to Accelerate Solar Adoption for the Underserved*. Forrás: Lawrence Berkeley National Laboratory website: <https://newscenter.lbl.gov/2020/11/09/how-to-accelerate-solar-adoption-for-the-underserved/>

Chiras, D. (2016). *Power from the Sun: Achieving Energy Independence*. New Society Publishers.

EERE. (dátum nélk.). *The History of Solar*. Letöltés dátuma: 2023. 08 04, forrás: EERE website: https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf

Európai Parlament és Tanács. (2010). *2009/28/EK (RED I) irányelv*. Forrás: EUR-lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX:32009L0028>

Európai Parlament és Tanács. (2018). *2018/1999/EU rendelet*. Forrás: EUR-lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1999>

Falus, R. (dátum nélk.). *Sokasodó napelemek a háztartásokban*. Forrás: A mi otthonunk website: <https://amiotthonunk.hu/sokasodo-napelemek-a-haztartasokban/>

Horváth, P. (2023). *„Csúcsra tör” a napenergia Magyarországon*. Forrás: Oeconomus: https://www.oeconomus.hu/wp-content/uploads/2023/09/oeco_napenergia_F.pdf

- IEA. (2023). *A világ energetikai kilátásai 2023*. Forrás: IEA:
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- IPCC. (2022). *Renewable Energy and Climate Change*. Forrás: IPCC website:
<https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/renewable-energy-and-climate-change/>
- Keresztes, A. (2023). *Hungarian solar is on the rise but much needs to be resolved*.
 Forrás: PV-magazine website: <https://www.pv-magazine.com/2023/03/21/hungarian-solar-is-on-the-rise-but-much-needs-to-be-resolved/>
- Landy-Gyebnár, M. (2019). *Hatékonyabban a napelemek a szántóföldeken*. Forrás:
 Nathional Geographic website:
<https://ng.24.hu/tudomany/2019/08/13/hatekonyabbak-a-napelemek-a-szantofoldeken/>
- MEKH. (dátum nélk.). *METÁR-tender*. Forrás: MEKH website:
<https://www.mekh.hu/metar-tender>
- MIT energie Initiative. (dátum nélk.). *The future of solar energy*. Forrás: MIT energie
 Initiative: <https://energy.mit.edu/research/future-solar-energy/>
- MTA. (2016). *Napenergia hasznosítás – hazai és nemzetközi helyzetkép*. Forrás: MTA
 website: <https://mta.hu/vi-osztaly/napenergia-hasznositas-hazai-es-nemzetkozi-helyzetkep-106972>
- MTI. (2016). *Tíz százaléknál is több a zöldenergia Magyarországon*. Letöltés dátuma: 2023. 08
 04, forrás: Energiainfo website:
<https://web.archive.org/web/20160820162923/http://www.energiainfo.hu/cikk/tiz-szazaleknyi-a-zoeldenergia-magyarorszagon.33750.html#>
- NREL. (2016). *Life Cycle Assessment and Photovoltaic (PV) Recycling: Designing a More Sustainable Energy System*. Forrás: NREL website:
<https://www.nrel.gov/state-local-tribal/blog/posts/life-cycle-assessment-and-photovoltaic-pv-recycling-designing-a-more-sustainable-energy->

system.html#:~:text=The%20National%20Renewable%20Energy%20Laborator
y%20%28NREL%29%20estimates%20the,depending%20on%2

NREL. (2022). *Solar Power in Your Community*. Forrás: NREL website:
<https://www.nrel.gov/solar/market-research-analysis/solar-market-publications.html>

NREL. (dátum nélk.). *Solar Futures Study*. Forrás: NREL:
<https://www.nrel.gov/analysis/solar-futures.html>

Országos Meteorológia Szolgálat . (dátum nélk.). *Éghajlatot alakító tényezők*. Forrás:
Országos Meteorológia Szolgálat website:
https://www.met.hu/eghajlat/fold_eghajlata/eghajlatot_alakito_tenyezok/

Pete, A. (2022). *Térkép mutatja, hova érdemes napelemet telepíteni*. Letöltés dátuma:
2023. 08 04, forrás: Energoaválasztó website:
<https://energiavalasztohirek.hu/napelemrendszerek/terkep-mutatja-hova-erdemes-napelemet-telepiteni>

pvEurope. (2021). *Subsidy-free solar in Hungary on the rise*. Forrás: pvEurope website:
<https://www.pveurope.eu/financing/renewable-energy-auctions-subsidy-free-solar-hungary-rise>

Quaschnig, V. (2005). *Understanding Renewable Energy Systems*. Earthscan Publications Ltd.

Solar Energy Technologies Office. (dátum nélk.). *Solar Futures Study*. Forrás:
Energy.gov: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-futures-study>

Szabó, I. M. (2020). *Ennyit ér a magyar napelemrekord*. Letöltés dátuma: 2023. 08 04,
forrás: Magyar gazdaság website: <https://www.napi.hu/magyar-gazdasag/napenergia-boom-rekord-greenpeace-metar-klimaterv-napelem.703964.html>

- Szakály, Z., Balogh, P., E. K., Gabnai, Z., & Bai, A. (2021). *Attitude toward and Awareness of Renewable Energy Sources: Hungarian Experience and Special Features*. Forrás: MDPI website: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/1/22>
- Szlávik, J. (2005). *Fenntartható környezet- és erőforrás-gazdálkodás*. Indiana University.
- Tiszta Energiák. (dátum nélk.). *A napenergia tárolása*. Forrás: Tiszta Energiák website: <https://www.tisztaenergiak.hu/a-napenergia-tarolasa/>
- Wikoff, H. M., Reese, S. B., & Reese, M. O. (2022). Embodied energy and carbon from the manufacture of cadmium telluride and silicon photovoltaics. *Article*, 1710-1725.
- 24.hu. (2022). *Magyarországon is jönnek fel a megújuló energiaforrások*. Forrás: 24.hu website: <https://24.hu/tudomany/2022/02/17/magyarorszag-energiatermeles-megujulo-fosszilis-energiahordozok/>

MELLÉKLETEK

1.sz. melléklet: Kutatási kérdőív

1. Melyik korosztályba tartozik?

- 18-24
- 25-34
- 35-44
- 45-54
- 55-64
- 65+

2. Milyen nemű?

- Férfi
- Nő

3. Kérem, adja meg lakóhelye jellegét:

- Város
- Kisváros
- Falu

4. Milyen a háztartásának jövedelmi helyzete?

- Alacsony (minimálbér alatti)
- Közepes
- Magas (minimálbért meghaladó)

5. Használ-e napenergia rendszert a háztartásában?

- Igen
- Nem

6. Milyen hatással volt a napenergia rendszer használata az Ön energiafogyasztására?

- Növelte
- Csökkentette
- Nem változott

7. Hogyan változott a napenergia rendszer bevezetésével az Ön energiaszámlája?

- Növekedett
- Csökkent
- Nem változott

8. Mi motiválta a napenergia rendszer bevezetését?

- Költségcsökkentés
- Környezettudatosság
- Egyéb:.....

9. Milyen mértékben érezte problémának a napenergia rendszer bevezetésének kezdeti költségeit?

- 1 – nem okozott problémát
- 2
- 3
- 4

- 5 – nagy problémát jelentett

10. Tájékozott-e a helyi támogatásokról, amelyek segíthetnek a napenergia rendszer bevezetésében?

- Igen
- Nem

11. Ön szerint a környezettudatosság növekedése hozzájárult-e a napenergia használatának növekedéséhez a háztartásokban?

- Igen
- Nem
- Nem tudom

12. Hogyan befolyásolná döntését a napenergia rendszer telepítéséről, ha alacsonyabb lenne a beruházási költség?

- Valószínűleg telepíteném
- Nem változtatná meg a döntésemet
- Nem tudom

13. Milyen gyakran használja a napenergiát háztartásában?

- Mindennap
- Hetente
- Havi egyszer
- Ritkábban
- Soha

14. Ön szerint melyek a napenergia rendszer telepítésének fő kihívásai?

- Műszaki ismeretek hiánya
- Magas költségek
- Hozzáférhetőség
- Egyéb.....

15. Mit gondol, milyen tényezők segíthetnének a napenergia használatának elterjedésében a háztartásokban?

- Pénzügyi támogatások
- Technikai tájékoztatás
- Technológiai fejlesztés
- Egyéb.....

16. Milyen mértékben ajánlaná a napenergia rendszert ismerőseinek?

- 1 – egyáltalán nem
- 2
- 3
- 4
- 5 – nagyon

17. Ön szerint, mi szükséges a napenergia rendszer háztartások számára történő elérhetőbbé tételéhez?

- Alacsonyabb költségek
- Technológiai innováció
- További információk

- Nagyobb állami támogatottság
- Egyéb.....

18. Milyen előnyöket lát a napenergia rendszer használatában?

- Költségmegtakarítás
- Környezetvédelem
- Energiabiztonság
- Egyéb.....

19. Elégedett-e a háztartásában telepített napenergia rendszerrel, ha van ilyen?

- 1 – egyáltalán nem
- 2
- 3
- 4
- 5 – teljes mértékben

20. Milyen mértékben gondolja, hogy a napenergia rendszerek használata hozzájárulhat a globális klímaváltozás elleni küzdelemhez?

- 1 – egyáltalán nem segít
- 2
- 3
- 4
- 5 – jelentős mértékben segít

TARTALMI KIVONAT

A dolgozat a napenergia háztartásokban történő felhasználásának vizsgálatával foglalkozik, kiemelve a technológia alkalmazását és elterjedését befolyásoló tényezőket. A kutatás három fő hipotézist vizsgál: az energiahatékonyság és a költségcsökkentés növelése a napenergia használatával, a környezettudatosság növekedése, mint a napenergia használatának hajtóereje, és a magas kezdeti beruházási költségek, mint fő akadály. Az elemzés során kiderül, hogy a válaszadók döntő többsége pozitívan áll a napenergia rendszerekhez, és a technológia elterjedésének legnagyobb akadályát a pénzügyi tényezők jelentik. A környezettudatosság növekedése és az állami támogatások növelése elősegítheti a napenergia rendszerek szélesebb körű használatát. A kutatás eredményei alátámasztják a hipotéziseket, megmutatva, hogy a napenergia használata jelentős mértékben hozzájárulhat az energiahatékonyság növeléséhez, a költségek csökkentéséhez és a klímaváltozás elleni küzdelemhez.

SUMMARY

This paper examines the utilization of solar energy in private households, highlighting the factors which has the most influence on the application and adoption of the technology. The paper has three main hypotheses: how to be more efficient with less cost with solar energy sources, solar energy adoption's effect on environmental awareness, and high starting costs as a major obstacle. The analysis reveals that the majority of the participants have a positive attitude towards reusable energy, but high costs are the main obstacle for everyday use in a smaller scale of the technology. The increase in environmental awareness through campaigns and government aids and programs can bring the broader use of solar energy system. The results of the paper support the hypotheses, showing that the use of solar energy can significantly contribute to increase energy efficiency, reducing costs and challenging climate crisis.