



ÓBUDAI EGYETEM

Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Környezetmérnöki Intézet

Napenergia hasznosításának lehetőségei a Magyar Honvédségnél

Solar energy application at the Hungarian Defence Forces

OE-RKK

Hallgató neve:

Rosenzweig Tamás

2023.

Hallgató törzskönyvi száma:

T-262F12004/R



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Rosenzweig Tamás

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T-2962/FI12904/R

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Környezetmérnöki BSc levelező

Specializáció: Zöld energia specializáció

A dolgozat címe: A napenergia hasznosításának lehetőségei a Magyar Honvédségnél

A dolgozat címe angolul: Solar energy application at the Hungarian Defence Forces

A feladat részletezése:

- Irodalmi áttekintés: megújuló energiák fontossága az energiafelhasználás területén, napenergia hasznosításának lehetőségei
- Napenergia hasznosítása a Magyar Honvédségnél
- Konkrét hasznosítás: tevékenység, ami indokolja a napenergia felhasználását; a terület bemutatása, tájolása; napsugárzás intenzitásának mérése, mérési eredmények feldolgozása és kiértékelése, Méretezés- és megtérülési idő számítása.
- Összefoglalás, a szakdolgozat dokumentálása.

Intézményi konzulens neve: Dr. Szabó Lóránt

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 07. 15.

Beadási határidő: 2022. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 03. 29.



[Signature]
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom

[Signature]
belső konzulens

.....
külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Környezetmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve:
Rosenzweig Tamás

Neptun Kód:

Tagozat:
Levelező

Telefon:

Levelezési cím:

Szakedolgozat címe magyarul:
Napenergia hasznosításának lehetőségei a Magyar Honvédségnél

Szakedolgozat címe angolul:
Solar energy application at the Hungarian Defence Forces

Intézményi konzulens:
Dr. Szabó
Lóránt

Külső konzulens: -

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagy betűkkel
írja!

Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
1.	2022.11.09	MÉRÉSEK VÉGZÉSE A GYŐRI LAKTANTÁBAN	hath
2.	2023.02.10.	SZAKIRODASMI RÉSZ BEMUTATÁSA	hath
3.	2023.03.17.	SZÁMÍTÁSOK ELVÉGZÉSE	hath
4.	2023.04.05.	SZAKDOLGOZAT VÉGSO BEMUTATÁSA	hath

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell
láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A hallgató a „Szakedolgozat” tantárgy aláírási követelményét teljesítette.

Intézményi konzulens



ÓBUDAI EGYETEM

Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 20. 23. 05. 10.

hallgató aláírása

TARTALOM JEGYZÉK

Bevezetés	6
1. A megújuló energiák fontossága az energiafelhasználás területén	7
1.1. A napenergia hasznosítás története.....	11
1.2. A világ energiafogyasztásának változása.....	13
1.3. Társadalmunk energia igényei napjainkban	14
2. Napenergia hasznosításának lehetőségei.....	16
2.1. Passzív napenergia hasznosítás	17
2.2. Aktív napenergia hasznosítás	19
2.2.1. Napkollektor	19
2.2.2. Napelem.....	21
2.2.3. Szolárpumpa	23
3. Az energiafelhasználás aktuális elemzése.....	24
4. Napenergia hasznosítása a Magyar Honvédségnél.....	26
4.1. Vízenenergia és szélenergia kizárása	27
4.2. Jogi háttér.....	28
5. Konkrét példán keresztüli bemutatás.....	31
5.1. A terület bemutatása, tájolása	32
5.2. Tevékenység, ami indokolja a napenergia felhasználást.....	35
5.3. Megtérülési számítás	36
5.4. Méretezési számítások	36
Összefoglalás	43
Summary	44
Felhasznált irodalom.....	45

Bevezetés

"Fák, csillagok, állatok és kövek szeressétek a gyermekeinket. (...) Tanítsd, melengesd te is, drága Nap, csempészd zsebükbe titkos aranyadat."[1]

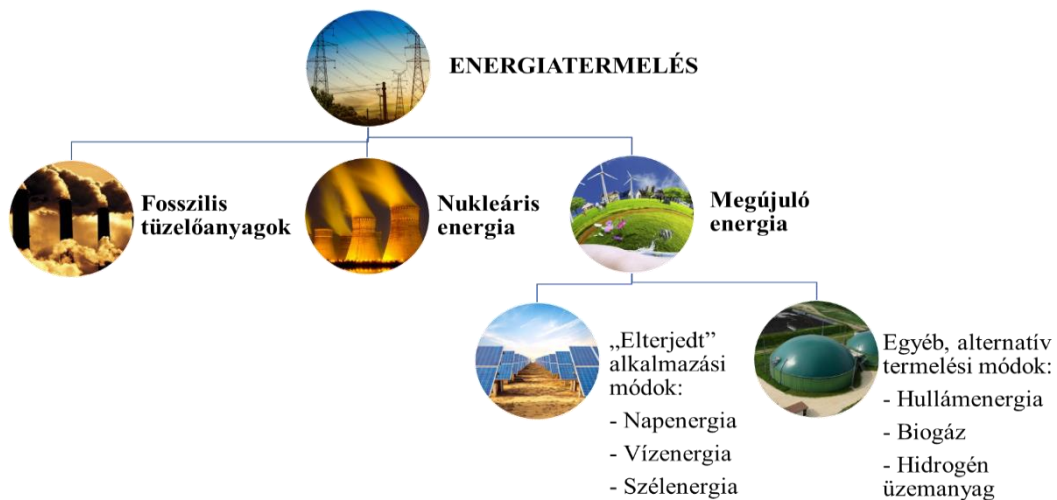
Kulcskérdéssé vált az energiaellátás az új évezredben. Mindennapi életünkben egyre többször beszélünk az energiahordozókról, fajtáiról, és a rendelkezésre álló készletekről. Foglalkoztat minket, hogy Földünket miért éri egyre gyakrabban, egyre pusztítóbb globális katasztrófa. Számtalan sajtóorgánus foglalkozik a fosszilis energiahordozóink kimerülésével és a megújuló energiahordozók hasznosításával. Gondolok a fogyóban lévő kőolaj és földgáz készletekre, a víz-, szél-, és napenergiára, a geotermikus energiára és a különböző formában megjelenő biomasszára. Csak, kizárólag megújuló energiák használata nem fog megoldást jelenteni minden problémánkra. Az takarékoságon, az energia racionális és környezetbarát hasznosítása segíteni fog előidézni egy környezetbarátabb és fenttarthatóbb jövőt. Ezen megújuló energiaforrások tartós energiahordozók, amelyek újratermelődnek folyamatosan, alkalmazásuk nem károsítja a környezetet, kimeríthetetlenek és kielégítik az emberiség energia szükségleteit.

Szakedolgozatomban, egy napjainkban széles témakört átölelő megújuló energiaforrást, a napenergiát és annak felhasználási lehetőségeit vizsgálom meg. Ismertetem hasznosításának rövid történetét, fontosságát és társadalmunk energiaigényeit. Dolgozatomban, a Magyar Honvédségben egyre több helyen megjelenő fotovoltaikus minierőművek egyikét mutatom be.

1. A megújuló energiák fontossága az energiafelhasználás területén [2]

Pályamunkámban több ponton is kifejtem, hogy a megújuló energiák használata jelentős előnyökkel jár. Az elsődleges előny az, hogy csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását, így hozzájárulnak a klímaváltozás elleni küzdelemhez. Emellett a megújuló energiák használata csökkenti az energiaiimporttól való függőséget, mivel a helyben előállított energia használatával csökkenthető az importált energia aránya. Ezenkívül a megújuló energiák használata hozzájárul a gazdaság élénkítéséhez, mivel új munkahelyeket teremt az energiaszektorban és a kapcsolódó ágazatokban. Azonban, mielőtt részletesen ismertetem a dolgozatomban fókuszában lévő megújuló energiákkal, és felhasználásukkal összefüggő, legfontosabb információkat, átfogó képet kívánok mutatni az energiatermelésről általában, amely hozzájárul a téma teljeskörű megértéséhez. Termeljük az energiát a mindennapok során használt elektromos áramhoz, fűtéshez, közlekedéshez és más hasznos célokhoz. Az energia szektorban számos különböző technológia, módszer és erőforrás áll rendelkezésre az energiatermeléshez.

Az energiatermelésnek többféle típusa van, – a teljesség igénye nélkül – az 1. ábrán kerül szemléltetésre, majd elvégzem annak szöveges részletezését:



1. ábra: Energiatermelés
Forrás: Energiatermelés | Sutori

1. Fosszilis tüzelőanyagok: Az olaj, a földgáz és a szén a leggyakrabban használt fosszilis tüzelőanyagok, amelyek égése során energiát termelnek. Azonban ezek a tüzelőanyagok szennyezik a környezetet, és a készleteik korlátozottak. A fosszilis tüzelőanyagok felhasználása hosszú időn keresztül domináns volt az energia szektorban, mivel gazdaságosak és viszonylag egyszerűek az elérhetőségük miatt. Ezek az energiaforrások nem megújulóak, és a felhasználásuk komoly környezeti hatásokkal jár, például a széndioxid-kibocsátás és az üvegházhatású gázok.
2. Nukleáris energia: Az atomerőművekben az uránium atommagjainak hasadása során energiát termelnek. A nukleáris energia tiszta, hatékony és olcsó, de előállításában hordozza az atomreaktorok használatát, amelyek potenciálisan nagy kockázatokat jelentenek a balesetek tekintetében, a radioaktív hulladékok kezelése komoly környezeti és egészségügyi kockázatot jelent.
3. Megújuló energia:
 - a. Napjainkban elterjedtebb termelési technológiák:
 - i. Napenergia: A napenergia hasznosítása egyre elterjedtebb az olyan technológiák, mint a napelemek és a napkollektorok segítségével. A napenergia tiszta és ingyenes, de a hatékonysága változó, és a tárolása kihívást jelenthet.
 - ii. Szélenergia: A szélenergia hasznosítása szintén egyre elterjedtebb, a szélgenerátorok segítségével, amelyek a szél erejét használják fel az energiatermeléshez. A szélenergia tiszta és ingyenes, de a hatékonysága változó, és a szélerőművek látványa és zajai néha környezeti és esztétikai aggályokat vetnek fel.
 - iii. Vízenergia: Az árapály- és a vízerőművek segítségével az energia a folyók és az óceánok mozgásából származik. A vízenergia tiszta és hatékony, de a vízenergia felhasználása korlátozott a megfelelő természeti körülmények hiánya miatt.
 - iv. Geotermikus energia: A föld belsejéből származó hő hasznosítása a geotermikus erőművekben az energia előállításához. A geotermikus energia hatékony és tiszta, de a geotermikus erőművek kizárólag bizonyos területeken használhatók.
 - b. Egyéb, alternatív energiatermelési módok:
 - i. Hullámenergia: A hullámenergia a tengerekben és az óceánokban lévő hullámok mozgásából származó energia. A hullámok mozgása

során a víz részecskéi fel és le mozognak, és a mozgásukból energia szabadul fel, amelyet a hullámenergia-konverterek hasznosíthatnak. A hullámenergia-konverterek többféle technológiát alkalmaznak, például léteznek olyan konverterek, amelyeket a hullámok által mozgatott légmentes folyadék (például: glikol) összenyomására és kinyomására terveztek. A folyadék mozgása egy turbinán keresztül energia termeléséhez vezet. Vannak olyan konverterek is, amelyeket a hullámok által mozgatott úszók mozgatnak, és a mozgásukból energia termelhető. Az előnyei közé tartozik, hogy a hullámenergia megújuló energiaforrás, és a tengerek és óceánok óriási energiát tartalmaznak. A hullámenergia-konverterek alkalmazása során nem használnak üzemanyagot, és nincs szükség a környezetre ártalmas folyamatokra, mint például a fosszilis tüzelőanyagok elégetése. Azonban a hullámenergia-konverterek használata még nem olyan elterjedt, mint más megújuló energiaforrások és számos kihívás áll fenn, mint például a hullámok változása és az időjárási körülmények. Emellett a hullámenergia-konverterek tervezése és telepítése magas költségekkel jár.

- ii. Biogáz: A biogáz egy olyan gáz, amely az organikus anyagok (pl. élelmiszer-maradványok, növényi és állati hulladék, szennyvíz) anaerob fermentációjával készül. Az anaerob fermentáció egy olyan folyamat, amely során a baktériumok és más mikroorganizmusok az oxigén hiányában lebontják az organikus anyagokat és metánt (CH_4) állítanak elő, amely a biogáz fő alkotóeleme. A biogáz tiszta és megújuló energiaforrás, és számos célra használható, mint például az áram- és hőtermelés, valamint közlekedési üzemanyagként. A biogázt általában a biogáz-konverterekben állítják elő, amelyek egy zárt rendszerben működnek, ahol az organikus anyagok fermentációja zajlik. Az elkészült biogázt el kell tisztítani, hogy eltávolítsuk a nedvességet, a kén- és a CO_2 -tartalmat. Az előnyei közé tartozik, hogy a biogáz megújuló energiaforrás, amely csökkentheti a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását és a széndioxid-kibocsátást. A biogázt a hulladékkezelési folyamat során keletkező organikus anyagokból lehet előállítani, így a biogáz

előállítását elősegíti az újra hasznosítást és a hulladékcsökkentést. Azonban a biogáz előállítása és felhasználása is számos kihívással jár, mint például az előállítási költségek, a biogáz-előállító rendszerek karbantartása és az élelmiszer-gazdasági termékekkel való konfliktus. Emellett a biogáz-konverterek működése is függ az organikus anyagok minőségétől és mennyiségétől.

iii. Hidrogén üzemanyagcellák: A hidrogén üzemanyagcellák olyan eszközök, amelyek elektrokémiai reakciók révén hidrogénből és oxigénből vizet termelnek, miközben áramot termelnek. A hidrogén üzemanyagcellák által előállított energia tiszta, csendes és hatékony, és nincs szén-dioxid kibocsátás, vagy bármilyen más szennyező anyag. A hidrogén üzemanyagcellák fő alkotóelemei a protoncserélő membrán (PEM) és a katód-anód rendszer, amelyek a hidrogén és az oxigén reakcióját végzik. A hidrogén üzemanyagcellák számos előnnyel rendelkeznek, többek között:

- Tiszta energiaforrás: Az üzemanyagcellák által termelt energia tiszta, mivel nincs kibocsátás szén-dioxid vagy egyéb szennyező anyagok.
- Hatékony energiaforrás: Az üzemanyagcellák hatékonyan hasznosítják az üzemanyagokat, és a hatékonyságuk sokkal magasabb, mint a hagyományos égési motoroké.
- Csendes energiaforrás: Az üzemanyagcellák csendesek, mivel nincs benne égés, így kevesebb zajt okoznak.
- Rugalmas energiaforrás: Az üzemanyagcellák különböző típusú hidrogénforrásokból üzemeltethetők, mint például a hidrogén gáz, hidrogén folyékony formában vagy hidrogénként kinyerhető szénhidrogének.

Azonban a hidrogén üzemanyagcellák számos kihívással is szembesülnek, mint például a hidrogén tárolásának és szállításának nehézségei, a hidrogén előállításának magas költségei, a hidrogén üzemanyagcellák árának magas volta és a hidrogéninfrastruktúra kiépítésének hiánya.

Az energia szektorban az utóbbi években az okosenergia rendszerek is fejlődnek, amelyek a digitális technológiai és az automatizálás segítségével lehetővé teszik a fogyasztók és az energiaellátók közötti intelligens energiaátvitelt és felhasználást.

1.1. A napenergia hasznosítás története

A napenergia hasznosítása az emberiség történetében kifejezetten régi időkre nyúlik vissza. Elmondhatjuk, hogy az ókori görögök és rómaiak használták a nap energiáját az élelmiszerek szárítására és a vízmelegítésre [3]. Az ókorban a napenergia hasznosítása azonban nem terjedt el széles körben, mert az emberek nem rendelkeztek olyan technológiával és ismeretekkel, amelyek lehetővé tették volna a napenergia hatékonyabb kihasználását. Az ókori ember inkább az állati erőt és a vízenergiát használta energiaforrásként, mivel azok könnyebben kezelhetők és jobban megfeleltek az igényeiknek. Azonban az ókori kultúrák már felismerték a napenergia potenciálját. Erre bizonyíték például, hogy az ókori gondolkodók, többek között a görög Szokratész vagy Arisztotelész tanítványaikat arra biztatták, hogy házaikat úgy építsék fel, hogy azok tárolják a nap energiáját napközben, és éjszaka lehűljön a hőmérséklet [4].

Az első napenergia-hasznosító rendszert az 1830-as években fejlesztette ki a francia matematikus és fizikus, Edmund Becquerel, aki felfedezte a fotovoltaikus hatást, vagyis azt, hogy a napfény elektromos áramot tud létrehozni. Részletesebben: a fotovoltaikus hatás egy fizikai jelenség, amelynek során a fényenergia elektromos árammá alakul egy speciális anyagban. Ez az anyag egy úgynevezett fényérzékeny szilárdtest, amely képes a napfény energiájának elnyelésére és átalakítására elektromos árammá. A folyamat alapját, a fotovoltaikus effektust végül Albert Einstein magyarázta meg 1905-ben. A fotovoltaikus hatás során a fényenergia gerjeszti az anyagban lévő elektronokat, amelyek így elválnak a szilárdtest atomjaiktól és szabadon mozognak az anyagban. Ezek az elektronok egy áramkörben haladnak és elektromos áramot hoznak létre. Az alkalmazása lehetővé teszi, hogy a napenergiát közvetlenül elektromos energiává alakítsuk.

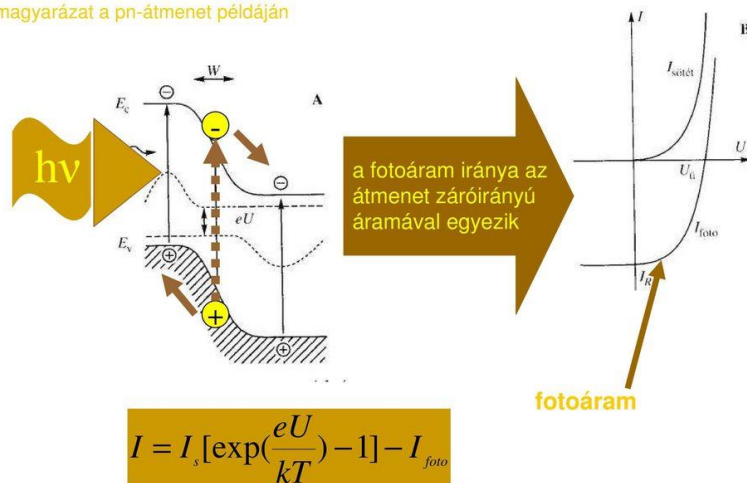
A fotovoltaikus hatást az első napelemek fejlesztésekor alkalmazták. A napelemek olyan eszközök, amelyek egy sor összekapcsolt napelemcellából állnak, amelyek mindegyike tartalmaz egy fényérzékeny szilárdtest anyagot, például szilíciumot. A napelemcellák összekapcsolása a célja annak, hogy nagyobb elektromos teljesítményt tudjunk kinyerni a napelemekből [5].

Az első komolyabb méretű napkollektor-rendszert az 1960-as években telepítették az USA-ban, és ezek az elsősorban űrkutatási alkalmazásokban használt rendszerek voltak. Az 1970-es években azonban már megjelentek a háztartási méretű napkollektor-rendszerek is, amelyek az első években még nagyon drágák voltak, de a technológiai fejlődéssel egyre elérhetőbbé váltak. Az olajválságok és az éghajlatváltozás problémája azonban felgyorsította a napenergia fejlesztését, és a 21. században már széles körben használják a napenergiát, mint tiszta és megújuló energiaforrást. A napenergia hasznosítása jelentősen csökkentheti az üvegházhatású gázok kibocsátását és hozzájárulhat a fenntartható energiatermeléshez [6].

A napenergia egyre népszerűbb energiaforrás lett az elmúlt években, és a fotovoltaiikus hatást alkalmazó napelemek a napenergia egyik legfontosabb hasznosítási módjává váltak, amelyet a 2. ábra is bemutat. A napelemeket széles körben alkalmazzák a világ különböző részein, mint például otthoni energiaellátás, ipari energiaigények, közlekedési rendszerek, és a világűrben alkalmazott űrtechnológiák. A fotovoltaiikus hatás egyre inkább fejlődik, és további lehetőségeket kínál az elektromos energia előállítására. A kutatók a napenergiát alkalmazó technológiák fejlesztése terén dolgoznak, mint például a hibrid rendszerek, a nagy teljesítményű napelemek és a fotovoltaiikus anyagok új típusai. Ma már számos országban vannak olyan épületek és infrastruktúrák, amelyek teljes egészében napenergiából működnek [7].

A fotovoltaiikus hatás

magyarázat a pn-átmenet példáján



Óbudai Zöld Szabadevitem. 2010

2. ábra: A fotovoltaiikus hatás

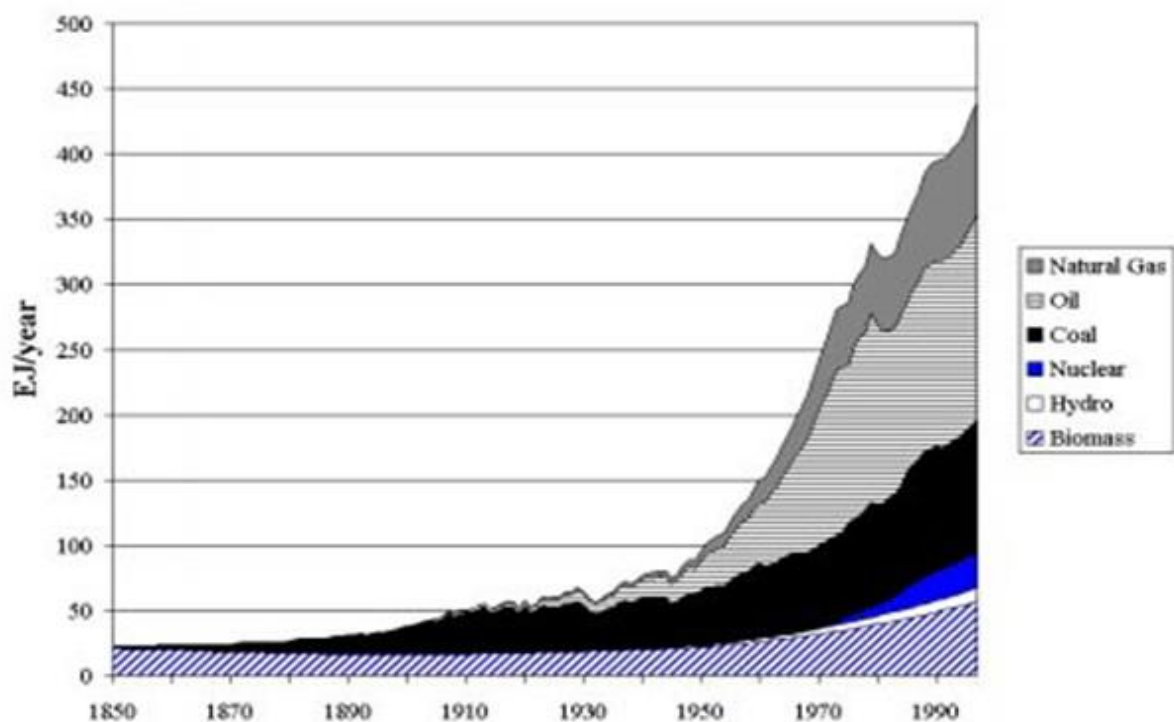
Forrás: <https://docplayer.hu/1725743-Betekintes-a-napelemek-vilagaba.html>

Összességében tehát elmondható, hogy a napenergia hasznosítása hosszú történetre tekint vissza, a technológiai fejlődésnek köszönhetően egyre elterjedtebbé válik a világban.

1.2. A világ energiafogyasztásának változása

Az energiafogyasztás a világon jelentős mértékben változott az elmúlt évtizedekben. Az energiafogyasztás növekedése a gazdasági fejlődéshez, az ipari és technológiai forradalomhoz, valamint a népesség növekedéséhez kapcsolódik.

A 20. század elején a világ energiafogyasztása nagyon alacsony volt. Az első világháborút követően azonban az energiaigény növekedni kezdett, ahogy az ipar és a közlekedés fejlődni kezdett, amelyet a 3. ábrán szemléltetnek. Az olaj és a szén voltak a fő energiaforrások, amelyeket az autók, a repülőgépek, az erőművek és az ipari berendezések üzemeltetésére használtak.



3. ábra: Világ energia igénye a XIX. sz végétől a XX. század végéig
Forrás: <https://slideplayer.hu/slide/1965268/>

Az 1970-es évek olajválságai és az éghajlatváltozás problémája felgyorsította a megújuló energiaforrások, mint például a napenergia, a szélenergia és a vízenergia fejlesztését. Térjünk ki – a teljesség igénye nélkül – az olajválság vizsgálatára! Az olajválság 1973. október 17-én kezdődött a jom kippuri háború hatására és 35 éven keresztül határozta meg és befolyásolta a világ energiafogyasztását. A kezdetekkor az OPEC (Olajexportáló Országok Szervezete) tagjai, köztük az Irán, Irak, Szaúd-Arábia, Kuvait és az Egyesült Arab Emírátsok, jelentősen megemelték az olaj árát. Az olajár emelkedése a világpiacot is érintette, és az

olajimportáló országokban általános gazdasági zavarokat okozott. Az olajár emelkedésének oka az volt, hogy az OPEC tagállamai megszorították az olajkitermelést, és csökkentették az olajexportot, amelynek eredményeként az olajkészletek drasztikusan csökkentek a világpiacokon. Az olajárak emelkedése gazdasági válságot okozott az olajimportáló országokban, mivel az olaj az ipar, a közlekedés és a háztartások egyik legfontosabb energiaforrása. Az olajválság miatt az energiafogyasztás csökkent, és az olajiparban is számos változás következett be. Az olajimportáló országok keresni kezdték a megoldásokat a függőségük csökkentésére, és elkezdtek fejleszteni alternatív energiaforrásokat, például a megújuló energiákat. Ezenkívül a gépkocsik hatékonyságát is javították, és az autópárházban új technológiákat alkalmaztak, hogy csökkentsék az üzemanyag-fogyasztást [8].

A fentiek alapján összességében elmondható, hogy az olajválság hosszú távú hatással volt az olajiparra és az energiafogyasztásra. Kiemelendő, hogy az olajárak folyamatosan ingadoznak azóta is, és az energiafogyasztók továbbra is keresik a megoldásokat a függőségük csökkentésére és a fenntarthatóbb energiaforrások használatára. Az olajválságok és az energiapiaci instabilitás a 20. század végéig folytatódott, és az energiaárak emelkedéséhez vezettek.

Az technológiai fejlődésnek köszönhetően a megújuló energiaforrások egyre versenyképesebbek lettek az olaj és a szénhez képest, és ez az energiafogyasztás szerkezetét is megváltoztatta. Ma már az olaj, a szén és a gáz mellett a megújuló energiaforrások is jelentős szerepet játszanak az energiafogyasztásban [9].

1.3. Társadalmunk energia igényei napjainkban

Az Energiainformációs Ügynökség (IEA) 2020-as jelentése szerint a világ energiafogyasztása 2019-ben 2,3 %-kal nőtt, ami megegyezik azzal az éves átlaggal, amely az általam áttekintett adatok alapján 2010 és 2020 között tapasztalható volt [10]. Érdekes tény, hogy az energiafogyasztás 2021-ben világszerte nagyon magas szinten volt, bár a koronavírus-járvány hatására az előző évekhez képest csökkent a globális energiaigény. Az International Energy Agency (IEA) adatai szerint az energiafogyasztás 2021-ben 4,6 %-kal nőtt a világon, ami az előző évekhez képest az egyik legmagasabb éves növekedési arány [11].

Az energiafogyasztás emelkedése főként a fosszilis tüzelőanyagok, mint a szén, az olaj és a földgáz használatának növekedésének köszönhető. A fosszilis tüzelőanyagok használata

továbbra is a legnagyobb energiaforrás a világon, és ez a trend várhatóan folytatódni fog, különösen azokban az országokban, ahol a gazdaság és a népesség gyorsan növekszik [12].

Az ázsiai országok, különösen Kína, az energiafogyasztás növekedésének fő hajtóereje, míg az energiafogyasztás az OECD-országokban stabilizálódott vagy csökkent az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrások hasznosítása miatt.

Azonban fontos megjegyezni, hogy az energiafogyasztás folyamatosan növekszik az évek során, mivel a világ népessége és gazdasága is növekszik. Az energiafogyasztást leginkább az ipari és a közlekedési szektorokban lehet megfigyelni, de az otthoni fogyasztás is jelentős.

Az energiafogyasztás növekedése a klímaváltozásra gyakorolt hatások miatt aggályos, ezért sok ország igyekszik növelni a megújuló energiaforrások felhasználását, és csökkenteni az energiafogyasztást a hatékonyság növelésével. Ezenkívül az energiahatékonyságot javító technológiák, például az energiatakarékos világítás, hűtő-fűtő rendszerek, épületek hőszigetelése, valamint a napelemek és a szélérőművek fejlesztése is segíthet a fogyasztás csökkentésében.

Az energiafogyasztás változása azonban, ahogy fentebb is megjelenítettem, nem csak az egyes országokon belül, hanem globálisan is különböző lehet. Az egyes régiókban és országokban különböző energiapolitikák és szabályozások vannak érvényben, amelyek hatással lehetnek az energiafogyasztásra. Az is fontos szerepet játszik, hogy milyen energiaforrások állnak rendelkezésre az adott területen, és hogy azok mennyire gazdaságosak a felhasználók számára.

Összességében tehát elmondható, hogy az energiafogyasztás a világon az elmúlt évtizedekben jelentősen növekedett, de az energiapiacok és az energiahatékonysági technológiák fejlődése az energiafogyasztás növekedését lelassította és csökkentette az energiaforrások felhasználásának káros hatásait a környezetre. A növekvő energiafogyasztás és az egyre inkább korlátozott energiaforrások miatt a fenntartható energiaforrások, mint például a napenergia, a szélenergia, a hidrogénenergia, a geotermikus energia és a biomassza, egyre fontosabbá válnak az energiaellátásban. Az energiatermelés és -fogyasztás következő évtizedeiben várható további változásokra, és az energiapiacok további fejlődésére számítanak, amelyek segíthetnek az energiafogyasztás további csökkentésében, és a fenntarthatóbb energiaforrások elterjedésében [13].

2. Napenergia hasznosításának lehetőségei

A napenergia hasznosításának lehetőségei számos területen megjelenhetnek. Néhány példa a következő:

- a) Otthoni használat: Az otthonokban történő napenergia hasznosítás az egyik leggyakoribb és népszerű lehetőség. Napelemek és napkollektorok telepítésével otthonunkban előállíthatjuk az elektromos és melegvíz szükségletünket. A napenergiát hasznosító otthoni rendszerek előnyei közé tartozik a csökkentett energiaszámla és a környezetvédelem.
- b) Közösségi projektek: Közösségi napenergia projektek is léteznek, ahol a közösség összefogásával, például egy iskola vagy egy lakópark lakói együtt telepítenek napelemeket vagy napkollektorokat, és így osztoznak a napenergia előállításának költségein és előnyeiben.
- c) Mezőgazdaság: A mezőgazdasági területeken is hasznosítható a napenergia. A napelemek telepítése mezőgazdasági épületekre vagy erdőtelepítésekre épített napelem farmok lehetővé teszik az elektromos áram előállítását és a vízellátás napelemes szivattyúkkal történő megoldását.
- d) Középületek: A középületek, mint például az iskolák, az egészségügyi intézmények és a kormányzati épületek is hasznosíthatják a napenergiát. A napelemek és napkollektorok telepítése lehetővé teszi a középületeknek, hogy az elektromos és melegvíz szükségletüket saját erőforrásból fedezzék.
- e) Távoli területek: Azokon a távoli területeken, ahol nincs hozzáférés az elektromos hálózathoz, a napenergia hasznosítása különösen előnyös lehet. A napelemek és napkollektorok segítségével előállíthatják a szükséges elektromos áramot és melegvizet.

Ez csak néhány példa azokra a területekre, ahol a napenergia hasznosítása előnyös lehet, és az elérhető technológiák száma folyamatosan nő, így a napenergia egyre inkább megjelenik majd az életünkben. Vizsgáljuk meg pontosan, valamint részletezve, a fentiek milyen módozatban valósulhatnak meg, illetve, hogy elterjedésük hogyan alakult a világban és Magyarországon!

2.1. Passzív napenergia hasznosítás [14]

A passzív napenergia hasznosítás olyan tervezési elv, amely során az épületet úgy tervezik meg, hogy a napenergia természetes úton járuljon hozzá az épület fűtéséhez, hűtéséhez és megvilágításához, miközben minimalizálják az energiafelhasználást.

Ezt az elvet az épületek tervezésénél figyelembe veszik, és olyan épülettechnikai megoldásokat alkalmaznak, amelyek maximalizálják a napfény beáramlását és kihasználják a természetes hőszigetelést. A passzív napenergia hasznosítását befolyásoló tényezők közé tartozik az épület elhelyezkedése, az épületszerkezet, a nyílászárók elhelyezése és a belső tér kialakítása.

Vizsgáljuk meg egy példán keresztül! A 4. ábrán látható, hogy „a nyáron a helyiségek túlmelegedése ellen védő, télen pedig a költséges energiavesztést megakadályozó, napvédő termoüvegek elsősorban a nagyvonalú üvegezéssel ellátott nyaralók és irodák, valamint a sok ablakos, beépített tetőterekben alkalmasak:

(1) k-tényező, amely a belülről kifelé, azaz a nagyobb hőmérséklet felől a kisebb irányába végbemenő hőátbocsátásra jellemző;

(2) a g-tényező a teljes energiaáteresztést adja meg, vagyis az ablak-üvegre eső napenergiának azt a részét, amely bejut a belső helyiségekbe;

(3) fűtés;

(4) légkondicionáló berendezés” [15]

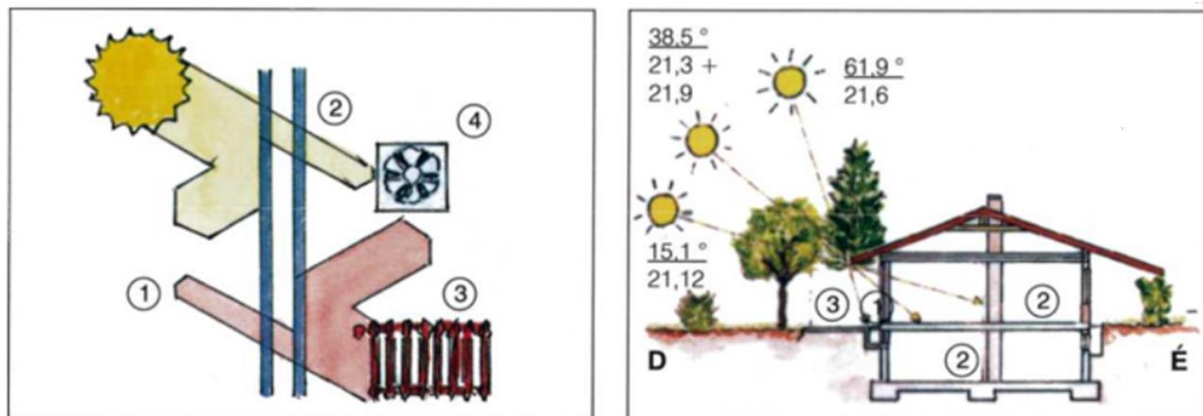
A kép jobb oldali részén látható, hogy: „...kellemes belső mikroklíma előfeltételének számító nyári napvédelmet zsalugáterekkel, redőnyökkel vagy napellenzőkkel, továbbá a tető vagy az erkély túlnyúló részeinek kialakításával lehet megvalósítani, de alkalmasan telepített növényzet, pl. lombos fák is megfelelnek erre a célra, amelyek nyáron védenek a meleg és a közvetlen nap-sugárzás ellen, télen viszont áteresztik a napsugarakat.

(1) nagy ablakok

(2) tömör, hőtárolásra alkalmas falak

(3) lombos fák

Az ábrán feltüntettük az év különböző időpontjaiban bekövetkező napállásokat, megadva a fokban mért beesési szögeket és a naptári napokat is.” [15]



4. ábra: A napenergia passzív hasznosítása

Forrás: <https://kreativlakas.com/lakas-komfort/a-napenergia-passziv-hasznositasa/>

Az épület tervezése során az épület elhelyezkedése fontos tényező lehet a passzív napenergia hasznosításában. Az épületet úgy kell elhelyezni, hogy az ablakok és a napkollektorok optimális irányba mutassanak, és minél több napfény juthasson be az épületbe. Az épületszerkezetet olyan anyagokból kell készíteni, amelyek képesek magukban tárolni a hőt és hideget, hogy a napenergia felhasználása még hatékonyabb legyen.

A nyílászárók elhelyezése is fontos szerepet játszik a passzív napenergia hasznosításában, mivel ezek lehetővé teszik a napfény bejutását az épületbe, miközben minimalizálják a hővesztést. A nyílászárók elhelyezése és típusa befolyásolja az épület hőszigetelését, és fontos tényező a passzív napenergia hasznosításában.

A belső tér kialakítása is fontos szerepet játszik a passzív napenergia hasznosításában. A tervezők olyan belső tereket hoznak létre, amelyek lehetővé teszik a napenergia természetes beáramlását, és biztosítják a szellőzést, így minimalizálják a hőmérséklet emelkedését.

A passzív napenergia hasznosítása az épület energetikai hatékonyságának javítását és az energiaköltségek csökkentését célozza. Az épületek passzív napenergia hasznosítása lehetővé teszi az épületek környezetbarátabbá tételét, és hozzájárul a fenntartható fejlődéshez. A passzív napenergia hasznosítása nem igényel különösebb beruházást az energia termelésére, mivel a napenergia az épület természetes adottságait használja ki.

Az épületpasszív napenergia hasznosítása javítja az épület hőmérsékleti viszonyait is. A napkollektorok és a megfelelően elhelyezett ablakok lehetővé teszik a napfény által termelt hő

felhasználását az épület fűtésére. Az épületet árnyékoló szerkezetek pedig védnek az erős napsütéstől, ami jelentősen csökkenti az épület hőmérsékleti terhelését.

A passzív napenergia hasznosítása hozzájárul az épület környezetbarátabbá tételéhez is. Az energiaköltségek csökkentése mellett az épület passzív napenergia hasznosítása csökkenti az épület szén-dioxid kibocsátását is. Ez pedig segíti a klímaváltozás elleni küzdelmet, amelynek a környezetvédelem és a fenntartható fejlődés szempontjából is kulcsfontosságú.

Az épület passzív napenergia hasznosítása azonban nem jelent mindenre megoldást. Az épületek hőszigetelése és szellőztetése is fontos szerepet játszik az energiaköltségek csökkentésében. Az épület teljes energiaigényének kielégítéséhez további megújuló energiaforrások használata is szükséges lehet.

Összességében elmondható, hogy az épület passzív napenergia hasznosítása jelentős előnyöket kínál az energiahatékonyság, a fenntartható fejlődés és a környezetvédelem terén. Az épületek tervezése során a passzív napenergia hasznosítása egyre fontosabb szerepet játszik a világ energiahatékonysági céljainak elérésében.

2.2. Aktív napenergia hasznosítás

Az aktív napenergia hasznosítása olyan módszerek alkalmazását jelenti, amelyek az épületben felhasználható elektromos energiát állítanak elő a napfény segítségével. Az aktív napenergia hasznosítása különböző technológiákat foglal magában, mint például a napkollektorokat, napelemeket és szolárpumpákat.

2.2.1. Napkollektor

A napkollektor egy olyan technológia, amely segítségével a napenergiát hőenergiává alakíthatjuk. A napkollektor egy olyan eszköz, amely napsugárzást fog fel, és átalakítja azt hőenergiává.

A napkollektorok rendszerint fémlemezekből vagy üvegpanelekből készülnek, amelyek általában eloxált alumínium keretbe vannak foglalva. Az üvegpanel alatt található egy fekete felületű abszorberlemez, amely elnyeli a napfényt és átalakítja azt hőenergiává. Az abszorberlemez mögött egy hőszigetelő réteg található, amely megakadályozza a hővesztéséget.

A napkollektorok által előállított hőenergiát fel lehet használni melegvíz előállítására, fűtésre vagy hűtésre. Ha például egy házat napkollektorral szerelünk fel, akkor a napkollektorok által előállított hőenergiát át lehet vezetni egy tárolóba, ahol a melegvizet tároljuk. A melegvizet aztán az épület használati melegvízigényeire lehet felhasználni.

A napkollektorok által előállított hőenergia nem csak környezetbarát, hanem gazdaságos megoldás is lehet. Bár a napkollektorok telepítése és üzemeltetése beruházást igényel, hosszú távon a megtakarított energia és pénz miatt megtérülhet a befektetés. A napkollektorok ugyanakkor csak akkor hatékonyak, ha rendelkeznek elegendő napfénybevitellel, így hatékonyságuk az időjárás függvényében változhat.

A napkollektorok telepítése a világban jelentős növekedést mutatott az elmúlt évtizedben. Az adatok szerint 2010 és 2020 között több mint 50 GW (gigawatt) kapacitású napkollektorokat telepítettek világszerte. A legnagyobb növekedés Kínában volt, ahol 2010-ben csak 0,3 GW kapacitású napkollektorok voltak telepítve, míg 2020-ra ez az érték elérte a 250 GW-ot.

Az USA-ban 2010-ben 1,1 GW kapacitású napkollektorok voltak telepítve, míg 2020-ra ez az érték elérte a 97 GW-ot. Európában azonban a növekedés lassabb volt, és 2010 és 2020 között mintegy 100 GW kapacitású napkollektorokat telepítettek.

Az elmúlt évtizedben a napkollektorok telepítése Magyarországon nem volt olyan elterjedt, mint a napelemeké. Ennek oka lehet, hogy a napkollektorok által előállított hőenergia felhasználása kicsit korlátozottabb, mint a napelemek által előállított elektromos energiáé, és általában csak melegvíz előállítására használják őket.

Az adatok azt mutatják, hogy 2010 és 2020 között összesen mintegy 22 ezer napkollektor került telepítésre Magyarországon, ami az összes telepített napelemhez képest sokkal kevesebb. Az utóbbi években azonban növekszik az érdeklődés a napkollektorok iránt is, és számos cég és intézmény alkalmazza azokat a melegvíz-ellátás biztosítása érdekében [16].

2.2.2. Napelem

A napelem olyan eszköz, amely a napenergiát közvetlenül átalakítja elektromos energiává. Az 5. ábrán szemléltetem, napjainkban az egyik legelterjedtebb kivitelezési módját a napelem felhelyezésének.



5. ábra: Épületre felhelyezett napelem

Forrás: <https://www.solar97.hu/napelemes-rendszerek/referenciak>

A napelemek működési elve a – már fentebb bővebben kifejtett – fotovoltaiikus hatáson alapul. A napelemekben található speciális anyagok, például szilícium, abban különböznek a hagyományos elemektől, hogy azok nem igényelnek más energiaforrást a működésükhöz, mint a napfényt. Amikor a napsugárzás a napelemre érkezik, az anyagból az elektronok elválnak, és azok elektromos áramot kezdenek termelni.

A napelemek rendszerint lapos, szilikonból készült lapok, amelyeket az épületek tetejére vagy más megfelelő helyekre lehet felszerelni. Az egyes napelemek sorozatban kapcsolódva napelempanelekbe szervezhetők, amelyekből nagyobb, több kilowattos rendszerek állíthatók össze. A napelempanel feladata, hogy a napelemek által termelt egyenáramot (DC) átalakítsa váltakozó árammá (AC), amelyet az otthoni energiaellátó hálózatba vagy a távfűtő rendszerbe tudunk bevezetni. A napelempanel általában körülbelül 60 cellát tartalmaz, amelyek sorba és párhuzamba kapcsolódnak, hogy megfelelő feszültséget és áramot tudjanak generálni. A panelek általában keretezettek, és üveglappal borítják őket, hogy védjék a napelemeket a külső környezeti hatásoktól és az időjárási viszontagságoktól. A napelempaneleknek számos előnye van, például a környezetbarát energiaforrások használata,

az alacsony karbantartási költségek, az energiaköltségek csökkentése és a hosszú élettartam. Azonban az előállítási és telepítési költségek magasak lehetnek, és az energiahatékonyságuk határozottan függ a napsütés intenzitásától és a napállástól.

A napelemek által előállított elektromos energia lehetőséget nyújt a háztartások, vállalkozások, illetve az energiaellátó rendszerek számára arra, hogy a napelemekből származó energiát felhasználják a szükségleteik kielégítésére. A napelemeknek azonban szükségük van elegendő napfényre, és az időjárás is befolyásolja a hatékonyságukat.

A napelemek telepítése és üzemeltetése kezdetben magas beruházási költséggel járhat, azonban hosszú távon a megtakarított energia és pénz miatt megtérülhet a befektetés. A napelemekkel kapcsolatos technológiai fejlesztések azonban egyre olcsóbb és hatékonyabb megoldásokat eredményeznek, így a napelemekkel előállított elektromos energia egyre elterjedtebbé válik. Vizsgáljuk meg a világban hogyan mutatkozott az elmúlt év adatai alapján!

Az 2010 és 2020 közötti időszakban jelentős növekedés volt tapasztalható a napelem-telepítések terén világszerte. Az International Energy Agency (IEA) adatai szerint az 2010-es években a globális napelem-telepítések mennyisége több mint 40-szeresére nőtt, 7,5 GW-ról 2019-ben 130 GW-ra.

Az 2010-es évek elején az Európai Unió volt a vezető napelem-telepítő régió a világon, és az 2010-es években is jelentős növekedést mutatott. Az EU-ban az 2010-es években a napelem-telepítések mennyisége több mint tízszeresére nőtt, 4,4 GW-ról 2019-ben 47 GW-ra.

Az Egyesült Államok is jelentős növekedést mutatott az 2010-es években a napelem-telepítések terén. Az 2010-es években az USA-ban a napelem-telepítések mennyisége közel 60-szorosára nőtt, 0,8 GW-ról 2019-ben 48 GW-ra.

Kína az 2010-es években a világ legnagyobb napelem-telepítője lett, és az ország jelentős mértékben hozzájárult a globális napelem-telepítések növekedéséhez. Az 2010-es években Kínában a napelem-telepítések mennyisége több mint 250-szeresére nőtt, 0,1 GW-ról 2019-ben 30 GW-ra.

Magyarországon is egyre elterjedtebb a napelemek telepítése az utóbbi években. A statisztikák szerint 2010 és 2020 között a telepített napelem kapacitás Magyarországon több mint 100-szorosára nőtt. 2010-ben csak nagyjából 4,5 megawatt telepített kapacitás volt az országban, míg 2020-ra ez már meghaladta az 500 megawattot. Az egyre növekvő érdeklődést

az is mutatja, hogy az elmúlt években több állami támogatási program is indult a napelemek telepítésének ösztönzésére. Folyamatosan kiírásra kerülnek pályázatok, amelyek keretében az otthoni napelemes rendszerek telepítésére lehetett és lehet igényelni támogatást. Azonban kiemelendő, hogy még mindig van tér a további fejlődésre és növekedésre, mivel a napelemes rendszerek aránya az ország teljes energiafogyasztásában még mindig alacsony számot mutat.

Az 2010-es években az árak is jelentős mértékben csökkentek a napelem-technológia fejlődése és a napelemek tömeges gyártása miatt. Ez az árcsökkenés hozzájárult a napelemek használatának elterjedéséhez, és további növekedést váltott ki az 2010-es években a napelem-telepítések terén [17].

2.2.3. Szolárpumpa

A szolárpumpa olyan rendszer, amely az ingatlan fűtését és melegvíz-ellátását biztosítja a napenergiát felhasználva. A rendszer egy napkollektorokból, hőcserélőből, szivattyúból és tárolóedényből áll.

A napkollektorok által befogott napenergia hőenergiává alakul, amelyet a hőcserélő segítségével átadják a fűtővíznek vagy a melegvíznek. A szivattyú a hőcserélőből fűtővizet szivattyúz a radiátorokba vagy a padlófűtésbe, vagy a melegvítárolóba szivattyúz meleg vizet. A tárolóedény pedig lehetővé teszi az energiát a napkollektorokból való gyűjtését és tárolását, hogy később felhasználhassák.

A szolárpumpák általában hatékonyabbak, mint a hagyományos fűtési rendszerek, mert a napenergia ingyenes és megújuló forrás, amely nem károsítja a környezetet. A szolárpumpák ugyanakkor kevésbé hatékonyak, ha a napfény mennyisége alacsony, vagy ha a napsütés hiánya miatt hosszabb ideig tartó fűtésre van szükség.

A szolárpumpák telepítése költséges lehet, de hosszú távon az energia megtakarítása miatt a beruházás megtérülhet. A szolárpumpák népszerűek a fenntartható és környezetbarát életmódot követők körében, és egyre több háztulajdonos dönt a szolárpumpák telepítése mellett.

3. Az energiafelhasználás aktuális elemzése [18]

Az 1-2. fejezetben kifejtettem az energiafogyasztással összefüggő, dolgozatomban szempontjából lényeges fogalmakat, fejlődési mutatókat, valamint szakkifejezéseket. A téma aktualitásának indokoltságát, a jelenleg rendelkezésre álló naprakész adatok szemléltetésével kívánom alátámasztani.

Kiemeltem a 2010-2020 közötti adatok alakulását, a következőkben elvégzem a jelenleg rendelkezésre álló információk alapján napjainkban kibontakozó trendeket, amelyből egyértelműen valószínűsíthető a hosszútávú fejlődési irány.

A szél- és napenergia 2022. évi rekordnövekedése a kutatók szerint „a fosszilis korszak végének kezdetét” hirdetheti. Az Ember független éghajlat-elemző műhely közzétett elemzése szerint 2022-ben a világ energiatermelésének 12 %-a származott nap- és szélenergiából, szemben a 2021-es globális villamosenergia-termelés 10 %-ával.

A jelentés szerint 18 egymást követő évben a napenergia volt a leggyorsabban növekvő villamosenergia-forrás, 24 %-kal nőtt az előző év azonos időszakához képest.

A jelentés megállapította, hogy a szélenergia-termelés növekedése, amely 2022-ben 17 %-kal nőtt, szinte az egész Egyesült Királyságot elláthatta volna energiával.

„A tiszta energia korszakába lépünk. A szél- és napenergia rekordsebességgel terjed, és át fogja alakítani a globális gazdaságot, a közlekedéstől az iparig és azon túl is” [19]. A kutatók elmondták, hogy az elemzés – amely 78 ország tavalyi villamosenergia-adataira épült, és a globális energiaigény 93 %-át teszi ki – pontos képet ad a 2022-es villamosenergia-átállásról. Ez azt mutatja, hogy mára több mint 60 ország villamosenergia-termelésének több mint 10 %-át szél- és napenergiával állítja elő. Megállapították, hogy 2022-ben a megújuló és a nukleáris források együttesen a globális villamosenergia-termelés 39 %-át tették ki, amely új rekordnak minősül.

A kutatók azonban kifejtették, hogy a rekord-fejlődés ellenére a szél- és napenergia drámai mértékű kiépítése még mindig nem elég (gyors) ahhoz, hogy kielégítse a világ növekvő áramszükségletét. Ennek következtében a jelentés kitér arra, hogy a szén és más fosszilis tüzelőanyagok fedezték a fennmaradó hiányt, ami új rekordszintre emelte a kibocsátást. A szén, a világ „legpiszkosabb” energiaforrása 2022-ben a globális áramellátás 36 %-át szolgáltatta, emiatt a legnagyobb energiaforrás maradt a világon.

A fosszilis tüzelőanyagok, például a szén, az olaj és a gáz elégetése a klímavész helyzet fő mozgatórugója. „Sokkal többet kell tenni annak érdekében, hogy a fejlődő országok ne maradjanak le, és ne legyenek bezárva a magas szén-dioxid-kibocsátású jövőbe. A szél- és napenergia alkalmazását nagymértékben és sürgősen fel kell gyorsítani.” [20]. A fosszilis tüzelőanyagok véges erőforrások, áraik ingadozóak, és az ellátásuk bizonytalanná teheti a gazdaságot.

A Nemzetközi Energiaügynökség 2022. évben megfogalmazott célkitűzése alapján a villamosenergia-ágazatnak 2040-re a legszennyezőbből az első olyan szektorrá szükséges válnia, amely eléri a nettó zéró kibocsátást, amennyiben a világ gazdaság az évszázad közepére szén-dioxid mentessé akar válni. Az Emberi elemzők szerint, ahhoz, hogy ezt elérjük, 2030-ra a szél- és napenergiának a globális áramtermelés 41 %-át kell kitennie, amihez a 2022-es rekordhoz képest egy óriási ugrásra lesz szükség.

4. Napenergia hasznosítása a Magyar Honvédségnél

„Fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedék esélyét arra, hogy ők is kielégítsék a szükségleteiket.” [21]

A fentiek is alátámasztják, hogy a környezettudatosság napjaink egyik legnépszerűbb fogama lett, amely folyamatos és rendszeres tevékenységet, új gondolkodásmódot és szemléletet igényel. E fogalom égisze alatt a Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség is elkezdett változtatni a régi, berögzült és környezetre káros tevékenységein. Az energiafelhasználás csökkentése nem csak nemzetgazdasági és környezetvédelmi, hanem az intézmények költségvetése szempontjából is fontos kérdés. Pénzügyi ráfordításokkal olyan beruházásokat kezdeményezett, mely ráfordítások hosszútávon megtérülnek, valamint elengedhetetlen feltétele a fenntartható fejlődésnek.

Ma már nemcsak az állandó telepítésű katonai objektumok területén, hanem esetleg a tábori telepítések és a hadműveleti területeken való alkalmazásában is jelen legyenek. Ezek a beruházások a Környezet és Energia Operatív Program keretén belül valósultak meg. Vagyonkezelésben lévő objektumokban országszerte, ahol intenzív használati melegvíz felhasználás történik az állomány, vagy nagyléptékű konyhai kiszolgálás miatt - jellemzően konyhaépületek, de kórház és szállóépületek is megtalálhatóak közöttük- napenergia alapú használati melegvíz ellátó rendszerek kerültek kiépítésre, így jelentős megtakarítást ért el. Az éves villamosenergia fogyasztás vásárlás mennyiségének csökkentése érdekében több épület tetőszerkezeten háztartási méretű, vagy területi adottságoknak megfelelően nagyobb fotovoltaiikus kiserőmű került telepítésre. Az épületek energetikai adottságainak javítása érdekében folyamatos a nyílászárók cseréje, és az épületek szigetelése. A fejlesztések illeszkednek a „Magyarország II. Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Tervéhez” [22]. Az elmúlt évek beruházásainak teljesítmény adatait, amelyet a 6. ábrán szemléltetnek.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
KEOP 4.4.0	615,447 kWh	572,607 kWh	634,187 kWh	608,184 kWh	592,522 kWh	614,450 kWh
KEHOP 5.2.1	0,000 kWh	0,000 kWh	0,000 kWh	79,736 kWh	86,659 kWh	74,064 kWh
KEHOP 5.2.11.	0,000 kWh	0,000 kWh	0,000 kWh	92,093 kWh	318,740 kWh	349,177 kWh
KEHOP 5.2.10.					20,277 kWh	20,961 kWh
Összesen:	615,447 kWh	572,607 kWh	634,187 kWh	780,012 kWh	1,018,199 kWh	1,058,653 kWh
Összesen(kWh):	4,679,105 kWh					
Összesen(MWh):	4,679.1 MWh					

6. ábra: Beruházásainak teljesítmény adatai
Forrás: HM VGH (gov.hu)

A Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség jelentős lépést tett, és hosszútávú céljai között szerepel, hogy a lehetőségeket kihasználva élen járjon a megújuló energiaforrások hasznosításában és a környezetbarát technológiák alkalmazásában, ezzel végeredményben csökkentse a CO₂ kibocsátást és követendő példát mutasson a dolgozóinak, szakembereinek és az oda látogató vendégeinek. A szervezeten belül a Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal felelőségi területe a fejlesztések előkészítése és Európai Unió forrásból történő támogatás elnyerését követően a megvalósítás a honvédelmi szervezetek beszerzéseinek eljárási rendjéről szóló 59/2021. (XII. 10.) HM utasítás [23].

4.1. Vízenergia és szélenergia kizárása

Dolgozatom ezen pontjában arra adok magyarázatot, hogy a megújuló energiák közül a Magyar Honvédség miért nem hasznosítja a szél-, és víz energiát olyan mértékben, mint a napenergiát.

A Honvédelmi Minisztérium, a Magyar Honvédség arra törekszik, hogy a kiképzés, a gyakorlatok, és egyéb, a honvédelemmel összefüggő feladatok végrehajtása során a környezet védelmére is figyelmet fordítson. A hon védelme nem jelentheti a környezet rombolását. A környezetvédelmi problémák kezelésére 1994-től fokozott figyelmet fordít a honvédelmi tárca vezetése annak érdekében, hogy megteremtse azt a feltételrendszert, amellyel a katonai tevékenységgel összefüggő környezetvédelem terén a lehető legjobb színvonal érhető el. A NATO, majd EU-tagságunk óta a Magyar Honvédségnek szigorú környezetvédelmi szabályoknak is meg kell felelnie. Az országban található legtöbb honvédségi gyakorlótér Natura 2000 védettségű területen található.

„A Natura 2000 hálózat az Európai Unió tagországaiban található legértékesebb természeti területek összefüggő rendszere. A Natura 2000 a világon egyedülálló, egységes szabályozású ökológiai hálózat, amelynek célja, hogy hozzájáruljon Európa vadon élő állat- és növényfajainak, valamint természetes élőhelyeinek hosszú távú fennmaradásához, az ember számára létfontosságú természeti környezet megőrzéséhez.” [24].

A Natura 2000 meghatározásából kiderül, hogy ezeken a területeken számos környezetvédelmi szabályozásnak, Uniós és Kormányrendeletnek kell eleget tenni. A 277/2016. (IX. 15.) Korm. rendeletben [25] módosította a szélerőművekre vonatkozó szabályokat. A kormányrendelet kiter a Magyar Honvédség üzemeltetésébe tartozó radarok és repülőterek közelébe telepíthető vagy már meglévő szélerőművek építési szabályozásaira. A

Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal LIFE+ projekteket is támogat. Vízérőmű építésére alkalmas területtel, ilyen irányú beruházási tervekkel nem rendelkezik és azt is figyelembe véve, hogy egy ily beruházás a környezet nagymértékű átalakításával jár.

4.2. Jogi háttér

Az Európai Bizottság 1974-ben kidolgozta az első közös energiasztratégiát, ez volt az első olyan dokumentum, mely átfogó közösségi energiapolitikai célokat tartalmazott, a racionalizálás szükségességére tért ki. Az 1979-es kőolajválság ártértékelt az első kiadványt, és újabb közleményt adott ki, amely öt területen fogalmazott meg javaslatokat. 1985-ban megjelent Fehér Könyv, a deklarált tízéves energiapolitikai célkitűzések irányozták meg az energiafelhasználás racionalizálását, az energiaellátás biztonságát, költséghatékonyságát és szerkezeti átalakítást, valamint az energiapiac liberalizációját. Az 1991-ben létrehozott Európai Energia Charta keretek közé helyezte az energiaügyi kapcsolatokat, melynek célja az intézményi integrálás és fejlesztés, valamint az energiaszektortal összefüggő piacgazdaság kiépítésének elősegítése volt. A Fehér Könyv újabb, 1995-ben kiadott változatában a fenntarthatóság, az ellátásbiztonság és a versenyképesség hármas szempontrendszerét határozta meg.

Ezek a célok a mai napig minden energetikai intézkedés alapját képezik. A hármas célból a versenyképesség az energiapiacok fokozatos integrálódását, a jogalkotási folyamatokat igényelt. Az ellátásbiztonság keretében az energiafüggettség kezelése állt. A fenntarthatóság a környezet védelmét, az ésszerű energiafelhasználást, a szennyező anyagok kibocsátásának korlátozását és a megújuló energiaforrások felhasználását foglalta magában. A 1990-es évek közepén a nemzeti eltérésekre való tekintettel egy rugalmas szabályozási keretet vezettek be, melynek egyik kulcseleme a villamosenergiapiacok fokozatos nyitásának előírása volt.

A 2005-ben kiadott Zöld Könyv az energiahatékonyságot tűzte célul, majd 2006-ban újabb Zöld Könyvet adtak ki 'Európai Stratégia a fenntartható, versenyképes és biztonságos energiáért' címmel. Ennek legfontosabb kérdése, hogy az Európai Unió tagállamai támogatnának-e egy egységes energiasztratégiát. Ezt követte az Energiahatékonysági Cselekvési Terv és az Európai Unió Energia Cselekvési Terv, melyek a máig meghatározó energiapolitikai dokumentumokat és a 20 %-os energiahatékonyság javulást tartalmazták. Az Európai Parlament és a Tanács a 713/2009/ EK rendelettel hozta létre az Energiaszabályozók Együttműködési Ügynökség intézményét, amelynek fő célja támogatni a nemzeti szabályozó hatóságoknak az általuk nemzeti szinten ellátott szabályozási feladatok közösségi szintű

gyakorlását, szükség esetén összehangolni e hatóságok, illetve az átviteli (szállítói) rendszerirányítók működését. Az Európai Unió energetikai importfüggőségének csökkentése érdekében, még a 2010-es évben a lisszaboni stratégiát követően az Európai Parlament és az Európai Tanács egy olyan akciótervet és direktívákat fogadott el, amelynek az elsődleges célkitűzése, hogy az energiaigények és a szén-dioxid-kibocsátás mértékét csökkenteni tudja. Ennek az egyik hozományaként a 2001/77/EK direktíva és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről szóló 2009/28/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv a megújuló energiahordozók felhasználását az 5,3 %-os részarányról 12 %-ra, a megújuló energiával termelt villamos energia részarányát pedig 22 %-ra növelni. Természetesen ez a teljes Európai Unióra vonatkozó átlag, mely az egyes tagországok adottságaitól és elkötelezettségüktől függően változó részarányokat vállaltak. Magyarország Kormánya vállalta a megújuló energiaforrások százalékos arányának növelését, 2020-ra 14,65 %-os megújuló energiatermelés részarány teljesítést irányzott elő. Az Európai Uniónak tett vállalásuk utat nyitott, hogy olyan, a magyar szabályozásba átültethető dokumentumok megalkotásában, mint a Nemzeti Cselekvési Terv, az Új Széchenyi Terv és a Nemzeti Reform Program, vagy a 2006/32/EK irányelv szerint elkészült a második és harmadik Energiahatékonysági Akcióterv. A fejlesztések hozzájárulnak a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program 5. prioritás 2. intézkedésben megfogalmazott célok eléréséhez [26].

Napjainkban a napelemek használata jelentős mértékben hozzájárul a villamos energia fogyasztás csökkentéséhez. Évek óta lehetőség van állami támogatást igényelni pályázatok útján a megújuló energiák hasznosítására, ezáltal a megtérülésük is kedvezőbbé válik. A támogatott fejlesztések hozzájárulnak a megújuló energiaforrás felhasználás növeléséhez és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez. Ezek a pályázatok már nem csak magánszemélyek és cégek részére elérhető, hanem központi költségvetési szervek is pályázhatnak.

Magyarország Kormánya a Széchenyi2020 és a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program keretében a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Programok Irányító Hatósága hirdeti meg a 1084/2016. (II.29.) Kormány határozatban szereplő Éves Fejlesztési Keret alapján. Csak olyan projektek támogathatók, amelyek abszolút értékben csökkentik hazánk üvegházhatású gázok kibocsátását, hozzájárul a hazai megújuló energiaforrás hasznosítás abszolút értékben történő növeléséhez és eleget tesz a projektre vonatkozó horizontális szempontoknak. A projekt

tervezése és megvalósítása során figyelembe kell venni, hogy az európai uniós forrásból támogatott projekt kedvezményezettje köteles együttműködni az Irányító Hatósággal és az Európai Unió kijelölt hatóságaival. Betartani a vonatkozó környezetvédelmi jogszabályokat, a projekt által érintett területen megőrizni a védett természeti és kulturális értékeket és a beruházás során keletkezett környezeti kárt megszüntetni. Az üvegházhatást okozó gázok éves csökkenése és a nettó elszámolható költség fajlagos mutatóértékét mind a megvalósítás mind a fenntartási időszakban fenn kell tartani, ami egy tonna/év széndioxid megtakarítás költsége (eFt/CO₂) és a megújuló energiát hasznosító rendszernek meg kell felelnie a tervezéskor a hatályos hazai jogszabályokban foglalt elvárásoknak. A vonatkozó törvények és Kormányrendeletek listája:

- 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról
- 2011. évi XXIX. törvény az energetikai tárgyú törvények módosításáról
- 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
- 176/2008. (VI.30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról
- 368/2011. (XII.31.) Korm. rendelet az államháztartásról szóló törvény végrehajtásáról
- 12/2012. (XI.8.) Korm. rendelet az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárásokról és ellenőrzésekről, valamint az építésügyi hatósági szolgáltatásról
- 272/2014. (XI.5.) Korm. rendelet a 2014-2020 programozási időszakban az egyes európai uniós alapokból származó támogatások felhasználásának rendjéről [27]

A beérkező pályázatok a 272/2014. (XI.5.) Kormány rendelet alapján kerülnek kiválasztásra. A Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program 5.2.11. „Fotovoltaikus rendszerek kialakítása központi költségvetési szervek részére” című felhívására pályázott a Magyar Honvédség is, mely együttműködés keretén belül a Felhívás feltételeinek megfelelően a Kormány a projektre 234 millió Ft vissza nem térítendő támogatást adott és így megvalósulhatott a beruházás [28].

5. Konkrét példán keresztüli bemutatás

Ez a beruházás az Európai Unió Kohéziós Alap támogatásával és a Magyar Állam társfinanszírozásával valósult meg. A 7. ábrán látható kép a Magyar Honvédség Dánielfy Tibor 205. Légvédelmi Rakétaezred győri létesítményénél van kifüggesztve, melyről a projekt főbb adatait olvashatjuk le.



7. ábra: Széchenyi2020 támogatás
Forrás: Saját fotó

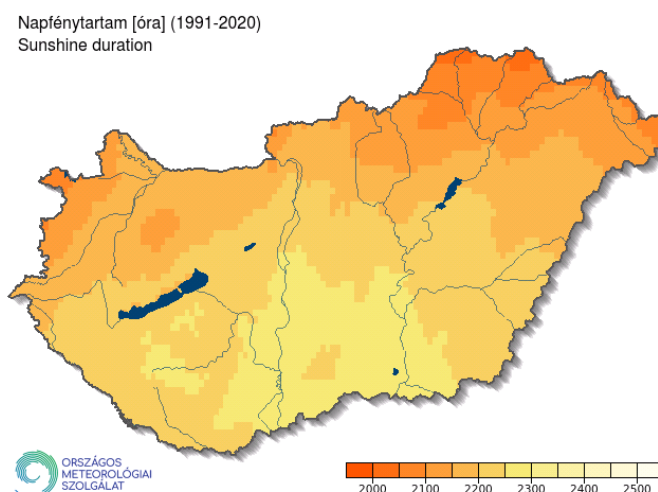
A projekt címe: „A Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal projektje fotovoltaikus kiserőművek telepítésére”

A projekt száma: KEHOP-5.2.11-16-2017-00185

A beruházás bruttó 234 millió forint összegű, vissza nem térítendő támogatásból valósult meg Budapest, Balatonakarattya és Győr egy-egy katonai objektumában. A három helyszínen megvalósult kivitelezés során 500 kW összteljesítményű fotovoltaikus kiserőmű létesült, mely hozzájárul a villamosenergia felhasználás egy részének megújuló energiaforrással történő kiváltásához.

5.1. A terület bemutatása, tájolása

Magyarország az északi szélesség $45^{\circ}48'$ - $45^{\circ}35'$, keleti hosszúság $16^{\circ}5'$ - $22^{\circ}58'$ koordinátákkal határolt területen helyezkedik el. Ez a földrajzi helyzet magyarázza, hogy a mérsékelt éghajlati övbe tartozik, ahol az évszakok szabályosan elkülönülnek, mely a Nap delelési magasságából adódik. A Nap delelési magassága télen $19,5^{\circ}$ - $21,5^{\circ}$, nyáron $64,5^{\circ}$ - $67,5^{\circ}$ között alakul az ország különböző földrajzi szélességein fekvő területeken. E hajlásszögekhez különböző sugárzási viszonyok és hőösszegek tartoznak. Meteorológiai állomásainkon a napsugárzás két tulajdonságát, a sugárzás erősségét (intenzitását) és a napfénytartamot (sugárzás időtartamát) mérik. A napfénytartam az a szám, amely megadja, hogy valamely időszak alatt hány órán át süt a Nap. A napsugárzás időtartamát Campell-Stokes-féle napfénytartam mérővel mérik. Magyarország területén az országos átlagban 2115 óra az évi napfénytartam összege. A legtöbb sugárzás az Alföld déli részén, a legkevesebb a hegyvidéki tájakon, valamint a nyugati határszélnél. A besugárzás területi eloszlását a földrajzi szélesség és a felhőzet mennyisége határozza meg, az eltérés az országrészek között maximum 10 % körül van. A 8. ábra a 1991-2020 közötti napsütésen órák számát mutatja éves szinten, Magyarországon.

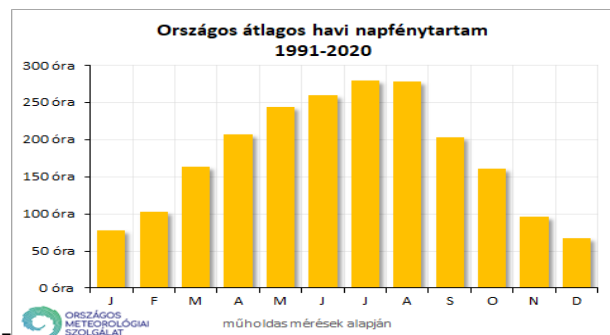


8. ábra: Az évi átlagos napfénytartam (óra) Magyarországon az 1991-2020 közötti időszakban, műholdas adatok alapján

Forrás: Sugárzás - Általános éghajlati jellemzés - met.hu

Az ábráról leolvasható, hogy a legmagasabb érték az Alföldön, körülbelül 2280 óra, míg a hegységek területén csupán 2040 óra. Az általam vizsgált területen, Győr környékén az éves napsütéses órák száma 2200-2300 óra között van, tehát itt is elegendő mennyiségű ahhoz, hogy gazdaságosan lehessen üzemeltetni egy fotovoltaikus kiserőművet.

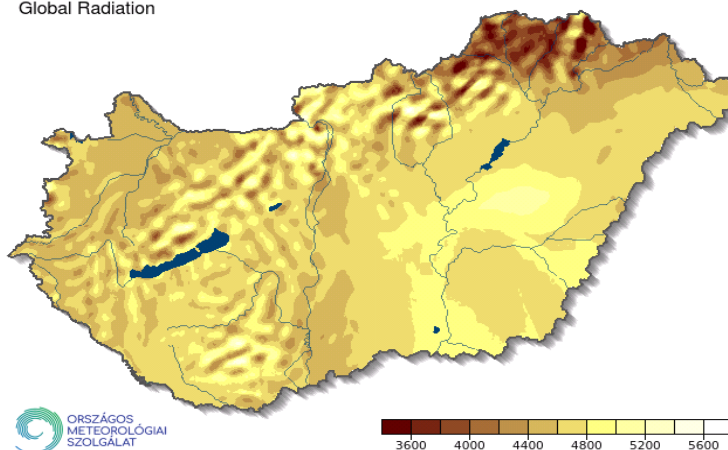
A direkt és az indirekt sugárzás mennyisége a hónapok függvényében változik. Küszöbértéke 200 W/m² direkt sugárzás. Az ország területére jutó sugárzás (kW/m²/hónap) értékeit az alábbi, 9. ábra mutatja.



9. ábra: A napfénytartam átlagos havi értékei Magyarországon az 1991-2020 közötti időszak alapján
Forrás: Sugárzás - Általános éghajlati jellemzés - met.hu

A sugárzás erőssége egységnyi, ha a sugárzás irányára merőlegesen állított felület 1 négyzetméteren 1 másodperc alatt 1 joule sugárzási energia áramlik át, egysége a W/m². A besugárzást a sugárzás erőssége és a sugárzás idejének sorozata adja J/m² egységben. Magyarországon az évi besugárzás összege 4600 MJ/m², ez európai viszonylatban jó értéknek számít. A 10. ábra alapján megállapítható, hogy hazánkban az év folyamán a legtöbb besugárzást az alföldi területek kapják, itt eléri az 5000-5200 MJ/m² értéket, míg a hegyvidéki területeken kevesebb, helyenként 4000 MJ/m² alatti összegek is előfordulnak.

Globálsugárzás [MJ/m²] (1991-2020)
Global Radiation



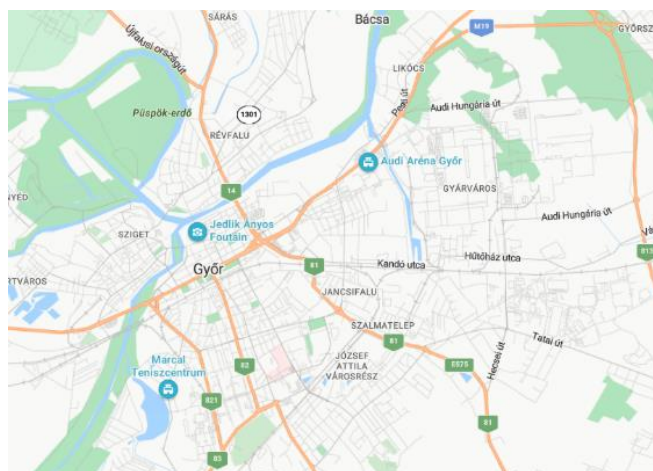
10. ábra: A globálsugárzás (MJ/m²) átlagos évi összege Magyarországon (2001-2020)
Forrás: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/

A meteorológiában a napsugárzást MJ/m²-ben kifejezve szokták megadni, de ez könnyedén átszámítható W/m²-be az alábbi összefüggéssel:

$$1 \frac{kWh}{m^2 \cdot nap} = 3,6 \frac{MJ}{m^2 \cdot nap}$$

A nyugati országrészben kicsit kedvezőtlenebb a napenergiát hasznosító berendezések szempontjából, de hasznosítható mennyiség érkezik.

A 11. ábrán látható, Győr a három folyó városa a Kisalföld keleti felében a Mosoni-Duna mellett, a Rába és a Rábca torkolatánál épült. A legfontosabb tényező, amely a település kialakulását, fejlődését előmozdította, a Duna menti fekvése. Éghajlatának vizsgálatánál a Kisalföld éghajlata fő jellemző. Győr környékén és a Kisalföldön az egyforma napfénytartamú helyeket összekötő vonalak, az izoheliosz-vonalak majdnem pontosan észak-déli irányúak. Ez azt jelenti, hogy nyugat felé haladva csökken a napfénytartam [29].



11. ábra: Győr elhelyezkedése

Forrás: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/

5.2. Tevékenység, ami indokolja a napenergia felhasználást

A konkrét elemzést megelőzően, néhány sorban bemutatom az alakulatot, a könnyebb megértés érdekében. A 12. ábrán látható a Magyar Honvédség Dánielfy Tibor 205. Légvédelmi Rakétaezred címere, története Győrben az 1950. április 15-én alapított, nagy hagyományokkal és múlttal rendelkező 86. kivonuló légvédelmi ezredig vezethető vissza.



12. ábra: Magyar Honvédség Dánielfy Tibor 205. Légvédelmi Rakétaezred
Forrás: <https://www.facebook.com/raketaezred/>

2007. március 1-jei hatállyal alapította a honvédelmi miniszter a 26/2007. számú határozatával. Előtte 12. Arrabona légvédelmi rakétadandárként, azelőtt 12. vegyes légvédelmi rakétaezredként tevékenykedett. A légvédelmi rakétaezred a honvédség egyetlen légvédelmi rakéta fegyvernemi szervezete. Az ezred felépítését tekintve a parancsnokság és a törzs, a légvédelmi rakétaosztályok mellett a vezetési és logisztikai zászlóalj és az egészségügyi központ alkotja. Feladatait tekintve a légierő más erőivel, egyéb katonai fegyvernemekkel és a szövetséges erőkkel együttműködve a NATO Egységes Légvédelmi Rendszer tűzcsoporthatásait a kijelölt katonai objektumok, kiemelt ipari létesítmények, és a szárazföldi csapatok oltalmazása. Békeidőben e feladatokra való gyakorlatozás és kiképzés. Győr helyőrségben az egyetlen harcoló katonai szervezet, mely helyőrségi feladatokat is ellát [30].

Az energiafelhasználás csökkentése a nemzetgazdaság fontos kérdése. Az intézményi energiahatékonyság azonban nem csupán a nemzetgazdaság, hanem az intézmények költségvetése és stratégiai szempontjából is fontos kérdés. A fogyasztáscsökkentés és a decentralizált villamosenergia termelés stratégiai fontosságát mind a nemzetközi események, valamint az ilyen eseményeket követő különböző nemzetek döntései határozzák meg. Mindezen érvek, valamint az évente elfogyasztott villamos energia hatalmas mennyisége és költsége miatt a Honvédelmi Minisztérium úgy döntött, hogy az eddigi gyakorlattal szakítva, melynek során kizárólag vásárolt villamos energiát használt, megújuló energiaforrás-alapú villamosenergia-termelő rendszereket telepít és üzemeltet.

5.3. Megtérülési számítás

A Magyar Honvédség Dánielfy Tibor 205. Légvédelmi Rakétaezred 9027 Győr, Laktanya utca 1. hrsz:0748/88 számú létesítményében egy AC-200kVA teljesítményű napelemes 'szolgáltatói hálózatra nem visszatápláló' kiserőmű valósult meg, mely a katonai objektum önfogyasztásának csökkentésére szolgál. Nem készült energia elszámolási mérés, a létesítmény teljes mértékben elhasználja a termelt villamosenergiát. A VAT 116§ (3) b. pontja szerint nem kell lefolytatni építési engedélyezési eljárást, ha az adott napelemes kiserőmű nem táplál vissza a villamos hálózatra. Amennyiben egy 50 kW és 500 kW közötti rendszer a termelését helyben elfogyasztja, akkor erre még építési engedély sem kell, viszont ilyenkor egy műszaki megoldás kiépítése, úgynevezett visszawatt-védelem beszerelése szükséges. Az ilyen rendszerek lényege, hogy a napelemes kiserőmű csatlakozik a meglévő villamos hálózatra, de a visszawatt védelmi berendezés figyeli, hogy a megtermelt energia ne juthasson ki a közhálózat felé. Visszwatt védelemmel ellátott rendszerek esetében a szolgáltatók általában nem állítanak feltételeket a csatlakozáshoz, de ettől még a dokumentációt pontosan ugyanúgy kell elkészíteni és a visszawatt védelem tervét is be kell mutatni benne. A rendszerbe úgynevezett visszawatt védelem került beépítésre a kitáplálás megakadályozása érdekében.

5.4. Méretezési számítások

Az előző fejezetben leírtak alapján a győri laktanyában megvalósult fotovoltaiikus kiserőmű egy szolgáltatói hálózatra nem visszatápláló kiserőmű, közcélú hálózatra nem termel ki. A villamos energiatermelés célja a saját fogyasztás csökkentése, kevesebb villamosenergia vásárlás, így fenttarthatóbb objektum üzemeltetés érhető el. A létesítmény Győr ÉDÁSZ 132/22 kV-os állomásról induló Szögye megnevezésű 22 kV-os hálózatról kap ellátást, a kiserőmű a laktanya belső elektromos hálózatára 0,4 kV-os szinten csatlakozik. A napelemes termelő rendszer meglévő, mért fogyasztói hálózatra csatlakozik, tulajdoni határok nem változtak, új mérőhely létesítésére, mérőhely módosítására nem volt szükség és plombabontással járó munkálatok nem történtek.

Az előzetes bejárások, méretezések során felmérésre került a laktanya felhasználható tetősíkjai és szabad föld területei. A tetőszerkezetek statikai és a talajszerkezet vizsgálatai eredménye végül azt az eredményt hozta, hogy a napelemes rendszer a földre telepített

szerkezeten került kialakításra. A napelemes sorok az alábbi 13. ábrán látható elrendezésben kerültek telepítésre.



13. ábra: N-002-es számú helyszínrajz részlet
Forrás: HM VGH Kivitelezési terv

A tartószerkezetek talajcsavarokhoz vannak rögzítve. A talajcsavaros rögzítési technológia a betonalapozással ellentétben sokkal környezetkímélőbb eljárás. Kevesebb környezetkárosító hatásán túl gyors és egyszerű rögzítést tesz lehetővé, mindemellett időállóak, ellenállóak, szükség szerint áthelyezhetőek és újra felhasználhatóak. Előnyei között szerepel továbbá, hogy talajon sokkal könnyebben, jobban beállítható a napelem dőlésszöge, ugyanis nem korlátozza az épület és a tető tájolása, kialakítása, valamint könnyen hozzáférhető. Mint mindennek, aminek előnye van, annak van hátránya is. A földre telepített napelemeknél hátrány, hogy körülötte folyamatos gyomírtást igényel a terület, mert a túlságosan magasra növő aljnövényzet könnyen árnyékot vethet a napelemekre, ami termelés kieséshez vezethet. A napelemek fizikai sérülését könnyen okozhatja gépi fűkaszálás során történő kavicsfelverődés, így a gyomírtás legbiztonságosabb módja a kémiai úton történő irtás. Hátrány az is, hogy biztonsági okokból a napelemeket el kell keríteni, nehogy valaki a DC oldalhoz nyúljon és áramütést szenvedjen. Az elkerítés költség többlettel jár, és a napelemes rendszer meglétére figyelmeztető táblát kell elhelyezni, amely tartalmazza a következő információkat:

„Figyelem, a területen napelem/PV rendszer üzemel! Az aktív DC vezetők a napelemek leválasztása után is feszültség alatt maradnak/maradhatnak!”

A tartószerkezetekre a DC oldali termelés céljából 744 darab, 275 W-os napelem panel került felhelyezésre, és az összes DC teljesítmény figyelembe véve 204,6 kWp épül be. Az AC oldali teljesítmény 200 kVA-os és csatlakozását tekintve 4 darab háromfázisú inverterrel

kapcsolódik a belső hálózatra a megfelelően paraméterezett védelmeken keresztül. A védelmi berendezések feladata, hogy az elosztói engedélyes hálózatán vagy a kiserőműben bekövetkező hiba esetén a termelő egységeket a közcélú hálózatról leválassza. A megvalósult rendszer is került kialakításra, hogyha a teljes láncolatban bármely eszköz, készülék meghibásodása, üzemképtelenné válása, kommunikációs hibája, tápfeszültségének vagy parancstovábbító feszültségének kimaradása esetén a működtetni kívánt megszakítók késleltetés nélkül kikapcsolnak. Az inverterek a tartószerkezetre kerültek elhelyezésre, és az ezekből indított AC kábelezés homokágyba helyezve történt, földkábel felhasználásával, az EPH vezető is itt halad. A kábelek a földben így jutnak el a szabályzó szekrényig, ebben a szekrényben kerültek elhelyezésre a napelemes rendszerrel kapcsolatos védelmi és szabályzó készülékek is. Ezen feladatok kivitelezésénél előforduló talajmunkálatoknál maradéktalanul betartva a környezetvédelmi szabályokat, és az eredeti állapotokra alakították vissza a területet.

Mivel ez egy szoláratóti hálózatra vissza nem tápláló rendszer a visszatáplálás ellen vissz-watt védelemmel lett beépítve. A visszatáplálás védelem két lépcsőben került kialakításra, mellyel biztosítva lett a megfelelő visszatáplálási védelem. Elsődleges védelem a teljesítmény szabályozás. A telephelynek mindig van valamennyi fogyasztása, hálózatról felvett teljesítménye, melyet folyamatosan mérünk a DIRIS A-30-as mérő műszerrel (14.ábra). A mért jelet a PLC fogadja és feldolgozza, majd kiszámol egy alap jelet, melyet továbbít az inverterek részére. Az inverterek feldolgozzák és a teljesítményüket a megküldött %-os értékre csökkentik vagy növelik. Természetesen a rendszer ráhagyásokkal számol, hogy véletlenül se tudjon kialakulni visszatáplálás.



14. ábra: DIRIS A-30

Forrás: HM VGH Kivitelezési Terv

A másodlagos védelem vagy fedővédelem a motoros megszakító kioldása. Ha meghibásodna a PLC-s vezérlő egység vagy valamiért hirtelen nagy teljesítményfelvétel csökkenés jelentkezne akkor minden elosztóban, ahol az inverteres betáplálás történik,

működésbe lép a fedővédelem. A beépítésre került inverterek rendelkeznek beépített teljesítmény korlátozó automatika funkcióval, hogy a fotovoltaiikus kiserőmű blokkban keletkező meghibásodás, zárlatok, földzárlatok alkalmával a hibás berendezést a hálózatról lekapcsolja.

A kivitelezés a munkavédelemről szóló törvény figyelembevételével készült el. A munkavégzés során keletkezett hulladékok szakszerű tárolása és a befejezést követően az elszállításuk a jogszabályoknak megfelelően történt. A munkavégzés termőföldet nem érintett, a kivitelezés befejeztével az igénybe vett zöldterületek az eredeti állapotnak megfelelően vissza állításra kerültek. A munkálatok során zajt és rezgést, valamint vízre vagy talajra káros anyagot kibocsátó berendezés nem épült be. A beépített készülékek és berendezések rendelkeznek a vonatkozó előírásoknak eleget tevő munkavédelmi minőségtanúsításokkal.

A várható termelt energiamennyiség éves viszonylatban kevesebb, mint az előző évek átlagfogyasztása, így a laktanya eleget tesz annak a kritériumnak, mely kimondja, hogy állami költségvetési szerv Európai Unió finanszírozásból megvalósult beruházásával termelt többlet energiáját visszatáplálja a hálózatra. A 15. ábrán az elmúlt hat év villamosenergia fogyasztást gyűjtöttem össze.

Magyar Honvédség Dánielfy Tibor 205. Légvédelmi Rakétaezred 9027 Győr Havi villamosenergia fogyasztás kWh-ban						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Január	160545	160494	165378	145699	146333	160842
Február	152254	154912	142940	120101	129580	152668
Március	138943	122273	129410	98774	115286	127601
Április	86715	82487	89080	66491	72954	80929
Május	74995	64948	56880	49501	44105	51439
Június	64688	57892	55861	46250	45900	47544
Július	60578	52653	56828	49347	56059	52868
Augusztus	66381	65175	58178	47190	61581	55625
Szeptember	71212	67931	64950	46567	56499	54146
Október	101017	105006	99014	83045	101260	97155
November	148570	135519	117104	115237	120765	119731
December	143144	152298	134072	127088	133006	129842
Összesen	1269042	1221588	1169695	995290	1083328	1130390

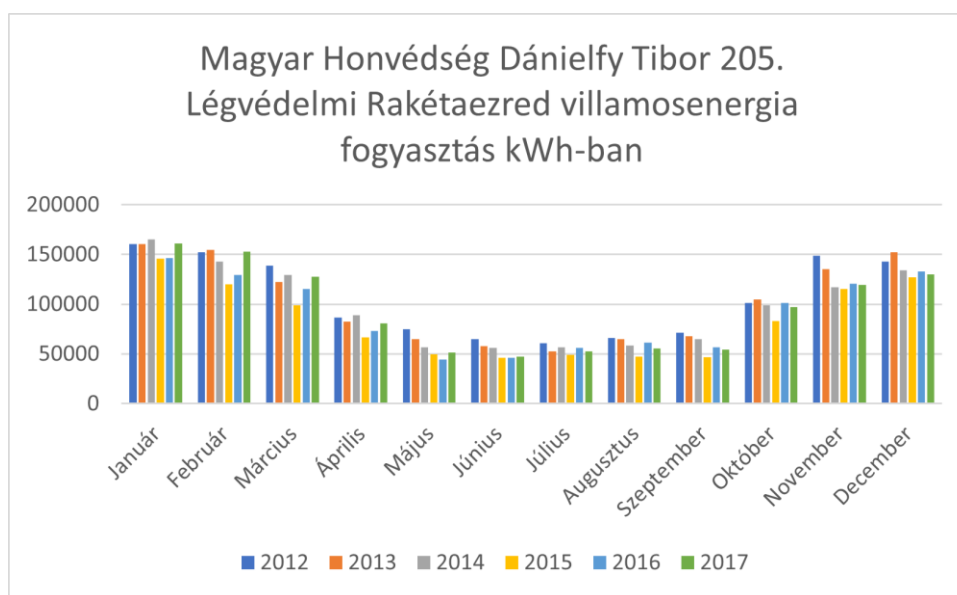
15. ábra MH Dánielfy Tibor 205. Légvédelmi Rakétaezred havi villamosenergia fogyasztása

Ha az elmúlt 6 év átlagos éves fogyasztását nézzük, akkor elmondható, hogy a laktanya éves villamos energia igénye:

$$\frac{\sum_{2011}^{2016} \text{Éves energia fogyasztás [kWh]}}{\text{Évek száma}}$$

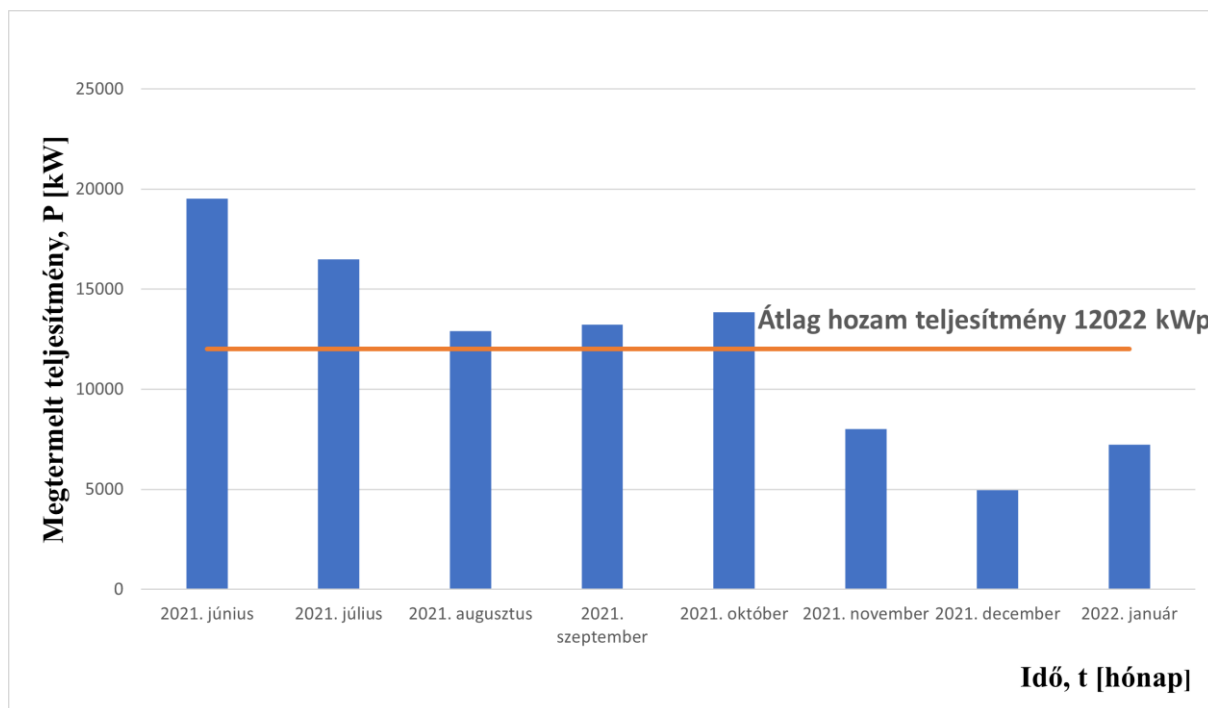
A képlet felhasználásával kiszámolható, hogy a laktanya fogyasztása éves szinten átlagosan 1144889 kWh.

A 16. ábra fogyasztási diagramjából lehet látni, hogy a laktanyában a fogyasztás csúcsidezőszaka a december, január és február hónapokra tehető. Ez arra vezethető vissza, hogy az állomány ekkor tartózkodik nagyobb részben az objektumban és a téli napforduló után az egyre hamarabb bekövetkező sötétedés és az ebből adódó plusz világítási igény így mutatkozik meg a fogyasztáson.



16. ábra Fogyasztási diagram

A telepített 200 kW-os napelempark teljesítmény vizsgálata az első 200 nap után a napelempark központi rögzítő rendszeréből kiolvasott nyers adatok elemzése és az elmúlt időszakban rögzített villanyóra leolvasások alapján a következők állapíthatók meg: A laktanya az áramellátását 3 db 400 V kimenő feszültségű transzformátor állomásról kapja. Az objektumban található transzformátor állomásra dolgozik rá a napelempark. Az összes fogyasztásnak átlagosan 71 %-át biztosítja ez a transzformátor. A 200 kW csúcsteljesítmény ideális körülmények között jelentkező elméleti érték. A 17. ábrán a termelési értékeket lehet látni havi lebontásban.



17. ábra Havi termelési értékek

A havi termelési értékeket figyelembe véve az átlag hozam teljesítmény 12022 kWp. A mért időszakban található maximális pillanatnyi teljesítmény 152,7 kW volt. Ez hatásosságában megfelel a napelem gyártója által valós környezetben tesztelt értéknek. A vizsgált időszakban az összes megtermelt elektromos munka 110479 kWh volt, a 18. ábrán a négy inverter külön termelési adatai látható.

	Termelt villamos energia [kWh]
Inverter 1	26731
Inverter 2	28018
Inverter 3	28324
Inverter 4	27406
	Σ 110479

18. ábra A négy inverter termelése

Egy nap alatt átlagosan 552,3 kWh-t termelt. Ennél a transzformátornál 23 %-át biztosította a napelempark a fogyasztásnak. Laktanya szinten a teljes fogyasztás 16,3 % -át termelte a napelempark. A fenti adatokból kiolvasható, hogy a fotovoltaikus kiserőmű a laktanya fogyasztásának átlagosan a 15 %-20 %-os energia szükségletét biztosítani tudja, ezzel a villamosenergia költségek közel 20 %-át megtakarítja. Összeségében elmondható, hogy a beruházás elérte a célját, megérte a kivitelezés.

A napenergia hasznosításával a villamos energia előállítása során egyáltalán nem kerül szén-dioxid kibocsátásra, míg ugyanez a mennyiség fosszilis energiahordozók elégetése során nagy mennyiségben jut a légkörbe. Pontosan 1 kWh villamos energia előállítása ~0,37 kg CO₂-kibocsátást eredményez. Az alapján, hogy tudjuk, hogy 1 kWh villamos energia megtermelésével fosszilis energiahordozóból ~0,37 kg CO₂ kerül a légkörbe, és tudjuk a napelemez erőművel megtermelt villamos energia mennyiségét a vizsgált kétszáz nap alatt, ki tudjuk számolni, hogy mennyi szén-dioxidtól óvtuk meg a környezetet.

A következő aránypárral kiszámolhatjuk a CO₂-megtakarítást:

$$\frac{1}{0,37} = \frac{110479}{x}$$

Az egyenlet x-re rendezésével megkaphatjuk a kétszáz napban megtakarított CO₂-kibocsátást.

$$x = 110479 \cdot 0,37 = 40877,23 \text{ kg}$$

A vizsgált időszak alatt közel 41 tonna szén-dioxidtól óvta meg a környezetet a győri laktanya kiserőműve.

Összefoglalás

Szakedolgozatom témájának kiválasztásában az a cél motivált, hogy rávilágítsak a környezettudatos életszemlélet és a megújuló energiák fontosságára, mely életszemlélet szerint minden tonna széndioxid kibocsájtás hasznos a Föld globális környezeti állapotának. A fenntartható fejlődés érdekében ezért hasznosak a napenergiát hasznosító rendszerek. Dolgozatomban bemutattam a napenergia hasznosítás történetét és társadalmunk energia igényeit és energiafogyasztásának változását. A további fejezetben a napenergia hasznosításának lehetőségeit, módszereit és elemeztem a napelemek és napkollektorok felépítését, technikai megoldásait. Továbbiakban ismertettem az Európai Unió és Magyarország környezettudatos célkitűzéseit, kötelezettség vállalásait, melyek megvalósulás esetén nemcsak uniós, de nemzetgazdasági szinten is jelentős átalakulások következnek be és ez végső soron termelési és piaci reformokhoz vezetne. A Nemzeti Cselekvési Terv és az európai uniós pályázatok igénylésének lehetőségeit, szabályzóit és a jogszabályi feltételeit. Szakedolgozati munkám során megvizsgáltam, hogy a Magyar Honvédség, mint állami költségvetési szervnek milyen pályázati lehetőségei vannak napenergiát hasznosító rendszerek kiépítésére. Bemutattam a győri laktanyában európai uniós és állami társfinanszírozásból megvalósult fotovoltaiikus kiserőmű beruházását, a pályázat feltételeit és kivitelezést. A kivitelezés befejezését követően, a beüzemelésétől eltelt 200 nap termelési adatainak kiértékelését figyelembe véve elmondható, hogy a megvalósult projekt beváltotta a hozzá fűtött reményeket és csökkentette a laktanya önnfogyasztását.

Summary

The personal motivation for selecting the topic of my thesis was to highlight the key significance of an environmentally conscious approach to life and renewable energy; the approach that every tonne of carbon dioxide emitted benefits the global environmental status of the Earth. Solar energy systems are therefore valuable tools for sustainable development.

In my thesis, I presented the history of solar energy (recovery) and the evolving energy needs and consumption of our society.

As the thesis developed, I discussed the possible ways and methods of solar energy utilisation and I analysed the construction and technical solutions of solar panels and solar collectors.

I also outlined the environmental objectives and commitments of the European Union and Hungary, which, if implemented, would result in significant transformations not only at the European Union level, but also at the national economic level, and would ultimately lead to production and market reforms. I investigated the possibilities, rules and legal conditions for applying for the National Action Plan and European Union grants. Furthermore, I examined the eligibilities of the Hungarian Defence Forces, as a State Budgetary body, to tender for the construction of solar energy systems I also described the investment of the small photovoltaic power plant in the Győr Barracks (a project co-financed by the European Union and the Hungarian State), including the conditions of the tender and the implementation phase.

On completion of the implementation, as well as having seen the assessment of the production data for the 200 days since commissioning, it can be stated that the project fulfilled the hopes and reduced the self-consumption of the barracks.

Felhasznált irodalom

[1] Szabó Lőrinc: Ima a gyermekekért, részlet

[2] 7 Types of Renewable Energy előadás <https://youtu.be/44Wp3WE1AHs>,
<https://youtu.be/aYBGSfzaa4c> What Is Green Hydrogen And Will It Power The Future?
előadás, <https://www.youtube.com/watch?v=YTnE0OQPTEo> What Are Fossil Fuels?
tájékoztató, valamint saját jegyzet alapján készült a fejezetrész.

[3] Az ókori Görögországban és Rómában például a szőlőszüret után a szőlőszemeket és más
élelmiszereket szárították a napfényben. Ezen kívül a napenergiát a fürdőkben is használták,
hogy felmelegítsék a vizet.

[4] <https://www.napelemek-napkollektorok.hu/magazin/napenergia/a-napelemek-tortenete/>

[5] <https://www.napelem.net/napelem-tortenelem/>

[6] www.mnnsz.hu/az-amerikaiaknak-kell-a-napenergia/

[7] www.tiszaenergiak.hu/energiatarolo-napelemes-rendszereknel-hibrid-uzemu-napelemes-rendszerek/

[8] <https://www.vg.hu/vilaggazdasag-magyar-gazdasag/2008/12/a-harmincot-eves-olajvalsag>

[9] https://www.energiainfo.hu/jelentesek_a_vilag_energiahelyzeterol-30031/

[10] <https://www.ksh.hu/energiagazdalkodas>

[11] https://mekh.hu/download/d/ca/11000/vill_eves_2021.pdf, valamint a tanulmány során
feljegyzett jegyzetek, adatok alapján készült elemzés.

[12] https://mekh.hu/download/d/ca/11000/vill_eves_2021.pdf

[13] <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2022/ffi>

[14] A fejezetrész a <http://www.matud.iif.hu/2017-05.pdf> oldalon található publikáció alapján
készült.

[15] <https://kreativlakas.com/lakas-komfort/a-napenergia-passziv-hasznositasa/>

- [16] <http://www.matud.iif.hu/2017/05/02.htm>, valamint a tanulmány során feljegyzett jegyzetek, adatok alapján készült elemzés.
- [17] <http://midra.uni-miskolc.hu/document/15715/8269.pdf>, valamint a tanulmány során feljegyzett jegyzetek, adatok alapján készült elemzés.
- [18] <https://www.cnbc.com/2023/04/12/wind-and-solar-generated-a-record-amount-of-global-power-in-2022.html> oldalon szereplő információk alapján készült a fejezetrész
- [19] Małgorzata Wiatros-Motyka, az Ember vezető villamosenergia-elemzője és a kutatás vezető szerzője
- [20] Damilola Ogunbiyi, az ENSZ Fenntartható Energia Mindenkinnek Főtitkárának vezérigazgatója és különleges képviselője
- [21] A fenntartható fejlődés fogalma (kormany.hu)
- [22] HM VGH (gov.hu)
- [23] 59/2021. (XII. 10.) HM utasítás - Nemzeti Jogszabálytár (njt.hu)
- [24] Főoldal | Natura 2000
- [25] Magyar Közlöny: 2016. évi 138. szám
- [26] Communication from the Commission of 5 June 1974 „Towards a new energy policy strategy for the Community” COM (74)
- [27] Nemzeti Energiastratégia 2030, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012
- [28] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Széchenyi2020 Felhívás Megújuló alapú fotovoltaikus rendszerek megvalósítására
- [29] Göcsei Imre, A Szigetköz természetföldrajza (Budapest, 1979, Akadémiai)
- [30] Borbála gyermekei MH 12. Arrabona Légvédelmi Rakétaezred, Zrínyi Kiadó, Budapest, 2008