

SZAKDOLGOZAT

**Varga Balázs Imre
/LGRADU/**

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Műszaki Intézet

**Létesítmény energetikai szakmérnöki szakirányú
továbbképzési szak**

**NAPELEMES RENDSZER MEGVALÓSÍTÁSA AZ IREKS STAMAG KFT.
TELEPHELYÉN**

Belső konzulens: Dr Szabó Márta

Egyetemi docens

Belső konzulens

intézete/tanszéke: Műszaki Intézet, Épületgépészeti és
Energetikai Tanszék

Külső konzulens:

Készítette: Varga Balázs Imre

Gödöllő, Szent István Campus

2024

MŰSZAKI INTÉZET

**LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ
TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK**

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Varga Balázs Imre (LGRADU)

részére

A szakdolgozat címe:

Napelemes rendszer megvalósítása az IREKS STAMAG Kft. telephelyén

Feladatkiírás:

Tekintse át a naplemes rendszerek felépítését és méretezését.
Elemesse a naplemes rendszer kialakíthatóságának lehetőségeit az adott létesítménynél.
Végezze el a méretezést és elemesse a tervezett rendszert.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és energetikai tanszék

Külső konzulens: -

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2024. április hó 22 nap

Gödöllő, 2024. 03. hó 02. nap

Jóváhagyom

Átvettem

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2024. hó nap

(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés.....	2
2. Történeti áttekintés.....	3
2.1. A Napelem	3
2.1.1. A Fotovoltaikus Felfedezés.....	3
2.1.2. Az Űrkutatás és a Napelemek Kapcsolata.....	4
2.1.3. A Technológiai Fejlődés és Elterjedés.....	5
2.1.4. A Jövő Kilátásai és Kihívásai.....	8
2.1.5. Napelemek Magyarországon.....	9
2.2. Napelemek jellemzői.....	13
2.2.1. A napelemek fajtái.....	13
2.2.2. Kinyerhető teljesítmény.....	15
2.2.3. Az árnyékolás negatív hatása a napelem panelre.....	18
2.2.4. Alkalmazási példák.....	19
2.2.5. A Nap energiája.....	21
2.3. Napelemes rendszerek Magyarországon.....	22
2.3.1. Magyarország napenergia potenciálja.....	24
2.4. Rendszer tervezés.....	26
3. Ireks-Stamag Kft napelemes rendszer telepítésének vizsgálata.....	31
3.1 Beruházás előnyei hátrányai.....	31
3.2 Az IREKS-STAMAG Kft bemutatása.....	32
3.3. Napelemes rendszer megvalósítása.....	34
3.3.2. Az erőmű méretének meghatározása.....	37
3.3.3 Ajánlatok.....	41
3.3.4 Tetőre telepítés lehetősége.....	43
3.3.5 Földtartóval megoldandó problémák.....	45
3.3.6. A végleges rendszer, kivitelezés.....	47
4. Következtetések.....	54
5. Összefoglalás.....	55
6. Irodalomjegyzék.....	58

1.Bevezetés

A Földünkön felhasznált energiafelhasználás folyamatosan növekszik. A szükségletek növekedésének számos oka van, például a városi életmód egyre népszerűbbé válik, minden területen zajlik az elektrifikáció, ez fokozottabb energiaszükségletet jelent.

A problémák enyhítésére megoldás lehet megújuló energiák hasznosítása, amelyek nem merülnek ki és nem vagy kevésbé szennyeznek a környezetet fosszilis társaiknál. Szakdolgozatom alapjául a napenergiát választottam egy magyarországi vállalkozás telephelyén történő napelemes beruházás megvalósulásán keresztül.

Jelenleg a komáromi telephelyű IREKS-STAMAG Kft-nél dolgozom, mint létesítményvezető. Munkámhoz hozzátartozik az energetikai rendszerek felügyelete, hatékony és gazdaságos üzemeltetése ezáltal az energiafelhasználás optimalizálása és költségeinek csökkentése.

Mivel az energia árak ugrásszerűen megnövekedtek és az elszámolási módok is változnak az utóbbi években, nehezen lehet előre tervezni a költségeket. Ez is okot adott arra, hogy számításokat végezzek egy saját kiserőmű megvalósítására.

A beruházás megvalósíthatóságának vizsgálatánál a környezet tudatosságon túl az egyik legfontosabb szempont a gazdaságosság és megtérülés kérdése!

Napelemes kiserőmű megvalósítása már régóta tervben van cégünknel.

A dolgozatom célja, hogy megvizsgáljam és bemutassam a napelemes rendszerek gazdaságossági vizsgálatát és a megvalósulásának, telepítésének menetét.

2. Történeti áttekintés

2.1 A Napelem

A napelem vagy fotovillamos elem egy olyan szilárdtest eszköz, amely közvetlenül villamos energiává alakítja az elektromágneses sugárzást. Ennek lényege az, hogy a sugárzás elnyelésekor mozgó töltött részecskéket generál, amelyeket az eszköz elektromos térbe irányít, így elektromos áram jön létre. Ez a folyamat bármilyen megfelelő fényspektrummal rendelkező fényforrás esetén működik, nem csak napfény esetén.

A napelemekre általában 20-25 évig tartó garanciát vállalnak, és jellemzően 20-40 év az élettartamuk. A napenergia hasznosításában hosszabb távon jelentős növekedés várható.

A napelemek működése nem azonos a nagy teljesítményű naperőművektől, amelyek más technológiát alkalmaznak. Például a naphőerőművek a Nap sugárzó hőenergiáját használják fel a villamos energia előállítására. A napelemmel való áramtermelés környezetbarát, mivel nem jár melléktermék kibocsátásával, és a napsugárzás kimeríthetetlen forrás. Ugyanakkor magas telepítési költsége és az általuk előállított energia változékonysága és tárolhatósága jelent kihívást.

2.1.1 A Fotovoltaikus Felfedezés

Az 1839-es év nyarán Alexandre-Edmond Becquerel, a fiatal francia fizikus, az elektromosság és a fény közötti kapcsolatot tanulmányozta. Kísérletei során felfedezte a fotovoltaikus hatást, amely a napfény elektromos energiává alakulását jelentette. Bár ez a felfedezés kezdetben kevés figyelmet kapott, ez alapozta meg az első napelemtechnológiák fejlődését.

Az első napelemcellák kifejlesztése és tesztelése az 1800-as évek végén és a 1900-as évek elején történt. Az egyik korai példa a szilícium-alapú napelemcella volt, amelyet Charles Fritts, az amerikai kutató fejlesztett ki 1883-ban. A cella készítése során vékony szilíciumrétegeket helyezett rézkontaktusok közé, és megfigyelte, hogy a napelem a napfény hatására elektromos áramot generál.

A fotovoltaikus hatás felfedezése az 1870-es években kezdődött, amikor William Grylls Adams és Richard Evans Day, két brit tudós felfedezte, hogy ha egy fényérzékeny anyagot (például szelént) két elektród közé helyeztek, akkor a napfény hatására elektromos áram keletkezett az anyagban. Ezt a jelenséget nevezték el fotovoltaikus hatásnak, és ez volt az alapja a napelemtechnológia fejlődésének.¹

2.1.2 Az Űrkutatás és a Napelemek Kapcsolata

Az űrkutatás egyik legfontosabb aspektusa a megfelelő energiaellátás biztosítása a hosszabb űrutazások során. A napelemek itt játsszák a legnagyobb szerepet, hiszen a Napból érkező energiát közvetlenül alakítják át elektromos energiává, anélkül, hogy szükség lenne hagyományos energiaforrásokra. Ez az űrkutatás során kiemelt jelentőségű, hiszen a napelemek rendkívül megbízható és hosszú élettartamú energiamegoldást nyújtanak a Naprendszer távoli pontjain is.

1.ábra Vanguard I

(Forrás: NASA.gov)



Az űrkutatás kezdetén az első műholdak és űrállomások napelemekkel voltak felszerelve annak érdekében, hogy biztosítsák az energiaszükségletüket. Az első jelentős példa erre a Vanguard I műhold volt, amely 1958-ban került felbocsátva az Egyesült Államokban. A Vanguard I

¹ Váradi F. Péter: Van új a nap alatt - A napenergia térhódítása

napelemei segítettek az elektromos energia biztosításában a műholdat, és hozzájárultak a hosszú élettartamához és működéséhez.

Az első űrállomások, mint például az amerikai Skylab és az orosz Salyut űrállomások is napelemekkel voltak felszerelve, hogy biztosítsák az energiaellátást az űrállomások fedélzetén működő rendszerekhez és berendezésekhez. Ezek a napelemek kritikus fontosságúak voltak az űrállomások működéséhez, mivel lehetővé tették az önfenntartó energiaellátást az űrben.²

2.1.3 A Technológiai Fejlődés és Elterjedés

Az ipari és kereskedelmi napelemes rendszerek megjelenése a 20. század közepén történt, amikor az iparág már elért egy olyan fejlettségi szintet, amely lehetővé tette a nagyobb méretű napelemes rendszerek gazdaságossá válását. Az egyik korai példa erre az Arco Solar cég által kifejlesztett napelemes rendszer, amelyet 1973-ban telepítettek be a Maricopa Power Plantbe, Arizonában. Ez a lépés az ipari napelemenergia hasznosításának terén jelentős lépés volt, és megmutatta a technológiai lehetőségeket az energiatermelés terén.³

Az 1970-es évek olajválsága jelentős hatást gyakorolt a napenergia iránti érdeklődésre és az alternatív energiaforrások fejlesztésére. Az olajválság okozta energiahiány és az olajárak drasztikus emelkedése arra ösztönözte a kormányokat és az iparágat, hogy új megoldásokat keressenek az energiaellátás biztosítására. Ezek a válságok rámutattak az olaj- és földgázalapú energiák sérülékenységre és a fosszilis tüzelőanyagok árának ingadozásaira, ami arra ösztönözte az embereket és a kormányokat, hogy alternatív energiaforrásokat keressenek a fenntarthatóbb és biztonságosabb energiatermelés érdekében. Ennek eredményeként növekedett az érdeklődés a megújuló energiaforrások, köztük a napenergia iránt, és több befektetés irányult a napelemtechnológia fejlesztésére és elterjesztésére.

Az iparág fokozatosan kezdett áttérni a napelemekre, elsősorban a távoli és nehezen hozzáférhető területeken, ahol hagyományos energiaforrások hiányoztak vagy drágák voltak.

²John Perlin: From Space to Earth: The Story of Solar Electricity

³ <https://www.power-technology.com/projects/maricopasolarplantar/?cf-view>

Az első ipari napelemes rendszerek megjelenése előrevetítette a technológiai áttörést az energiaiparban.

Az 1980-as és 1990-es évek a napelemtechnológia szempontjából kulcsfontosságú időszak volt, amely számos technológiai áttörést hozott magával. Ezek közé tartozott a szilícium alapú napelemcellák hatékonyságának és gyártási folyamatainak fejlődése, valamint az új anyagok és tervezési megoldások bevezetése a napelempanelek gyártásában. Az 1980-as években és az 1990-es évek elején megvalósult áttörések lehetővé tették a napelemtechnológia hatékonyságának és megbízhatóságának növelését, és hozzájárultak a napelemek általános elterjedéséhez. A technológiai fejlődésnek köszönhetően a napelemes rendszerek egyre elérhetőbbé váltak a lakosság számára is. Az állami támogatások és adókedvezmények ösztönözték a lakossági napelemes projektek elindítását, míg az ipari és kereskedelmi felhasználás terén folytatódott a gyors elterjedése. Az új technológiák és az olcsóbb gyártási folyamatok lehetővé tették, hogy a napelempanelek és rendszerek egyre elérhetőbbek legyenek a szélesebb közönség számára, ami jelentős mértékben hozzájárult a lakossági napelemes rendszerek megjelenéséhez és elterjedéséhez. Az Európában és az Egyesült Államokban megjelenő támogatási programok tovább ösztönözték a napelemek telepítését. Ma a napelemek már széles körben elterjedtek, és az energiatermelés egyik meghatározó formájává váltak, előrevetítve egy olyan jövőt, ahol a tiszta és megújuló energiaforrások dominálnak.

Azok az országok, amelyek nagyobb figyelmet fordítottak a megújuló energiaforrásokra, például Németország (2.ábra) és Dánia, az elsők között voltak az elterjedésben. A napelemek telepítése egyre inkább a társadalom szélesebb rétegeit célozta meg, az egyéni háztulajdonosoktól az önkormányzatokig és a vállalkozásokig.

2.ábra: Napelem egy épülő német házon

(Forrás: <https://grist.org/business-technology/germanys-solar-power-success-too-much-of-a-good-thing/>)



Az 2010-es évek során a napelemtechnológia jelentős fejlődésen ment keresztül. Az állandó kutatás-fejlesztési tevékenységeknek köszönhetően a napelemcellák hatékonysága folyamatosan nőtt, miközben az árak folyamatosan csökkentek. Az új anyagok és tervezési technikák lehetővé tették a napelempanelek gyártásának olcsóbbá és hatékonyabbá tételét. Az integrált rendszerek és az okos hálózatok megjelenése újabb lehetőségeket nyitott meg az energiatárolás és a hálózatok hatékonyabb felhasználása terén, így tovább növelve a napelemek vonzerójét és alkalmazhatóságát.

2.1.4 A Jövő Kilátásai és Kihívásai

Ma a napelemek már szerves részét képezik az energiatermelésnek számos országban. Az okos hálózatok (smart grid) és az energiatárolás kulcsfontosságú szerepet játszanak a napelemes energiatermelés jövőjében. Az okos hálózatok lehetővé teszik a rugalmasabb és hatékonyabb energiafelhasználást, lehetővé téve a napelemek által termelt energia optimális kihasználását a változó energiaszükségletek alapján. Az energiatároló rendszerek, mint például az akkumulátorok vagy hidrogén tároló rendszerek, lehetővé teszik az napenergia tárolását és használatát akkor is, amikor a nap nem süt, így növelve a napelemes rendszerek hatékonyságát és rugalmasságát.

A napelemek jövőjének technológiai trendjei között szerepel a hatékonyság növelése, az új anyagok és tervezési megoldások bevezetése, valamint az árak csökkentése. A továbbfejlesztett napelemtechnológiák, mint például a perovszkit napelemek vagy a tandem napelemek, ígéretes lehetőségeket kínálnak a jövőbeli napelemes rendszerek számára. Azonban a napelemek jövőjének kihívásai közé tartozik a technológiai fejlődés üteme, az anyagok környezeti hatása, valamint a szabályozói és gazdasági környezet bizonytalansága.

A napelemek jelentős szerepet játszanak a klímaváltozás elleni küzdelemben, mivel tiszta és megújuló energiaforrásként segítenek csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását. A napenergia felhasználása csökkenti a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó szén-dioxid kibocsátását, ami hozzájárul a globális felmelegedéshez és a klímaváltozáshoz. A napelemes rendszerek telepítése segíti a szén-dioxid-kibocsátás csökkentését, és elősegíti a tiszta energiaforrásokra való átállást.

A napenergia hasznosítása egyre inkább kulcsszerepet fog játszani a jövő energiaellátásában és a fenntartható fejlődésben. A megújuló energiaforrások, különösen a napenergia, kulcsfontosságúak a fosszilis tüzelőanyagoktól való függés csökkentésében és a klímaváltozás elleni küzdelemben. A napelemtechnológia gyors fejlődése és az egyre növekvő befektetések lehetővé teszik, hogy a napenergia még fontosabb szerepet játszhasson az energiaellátásban és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében.

A napenergia hasznosításának jelentősége az energiaellátás stabilitásának és fenntarthatóságának növelésében rejlik. A napenergia egy tiszta, megújuló energiaforrás, amely lehetővé teszi az energiatárolást és a függetlenséget a hagyományos energiaforrásoktól. Az okos hálózatok és az energiatárolás fejlődése tovább növeli a napenergia hatékonyságát és rugalmasságát, lehetővé téve a környezetbarát energiaellátás terjedését szerte a világon.

A napenergia hasznosításának jövője biztató, és egyre nagyobb jelentőséggel bír a fenntartható fejlődés és a klímaváltozás elleni küzdelem szempontjából. Fontos, hogy továbbra is fejlesszük és támogassuk ezt a technológiát, hogy kihasználhassuk a napenergia hatalmas potenciálját az energiaellátásunk fenntarthatóbbá és tisztábbá tételében.

2.1.5. Napelemek Magyarországon

Magyarországon a napelemtechnológia elterjedése később indult, mint néhány más európai országban. Az első komolyabb intézkedések és beruházások azonban az 1990-es évek végén és a 2000-es évek elején következtek be, amikor az állami támogatások és a kutatás-fejlesztési programok lendületet adtak a megújuló energiatermelésnek. Az akkori kormányzati és önkormányzati szinten történő kezdeményezések segítettek elő az első napelemes projektek megvalósítását. A 2000-es évek közepére a napelemek már egyre elérhetőbbé váltak Magyarországon. Az állami támogatások és adókedvezmények jelentősen ösztönözték a lakossági és ipari napelemes telepítéseket. A kormányzati és önkormányzati szinten bevezetett támogatási programok segítették elő a napelemtechnológia elterjedését, különösen a települések és vállalkozások körében. Azonban a szabályozási környezet és az energetikai politika változékonysága kihívásokat jelentett a napelemes projektek számára.

Az 2010-es években a napelemtechnológia jelentős fejlődésen ment keresztül Magyarországon is. Az árak csökkentek, míg a hatékonyság és megbízhatóság folyamatosan

nőtt. Az új technológiák és tervezési megoldások új lehetőségeket teremtettek a napelemes rendszerek telepítésében és használatában. Azonban a szabályozói környezet stabilitása és a hosszú távú támogatási politika hiánya továbbra is kihívást jelentenek az iparág számára.

Ma a napelemek már egyre elterjedtebbek Magyarországon, és egyre több háztartás és vállalkozás dönt amellett, hogy napenergiával fedezze az energiaszükségleteit. Az okos hálózatok és az energiatárolási technológiák fejlődése további lehetőségeket kínál a napelemes rendszerek hatékonyságának és rugalmasságának növelésére. A kormányzati és iparági együttműködés további lendületet adhat a napelemes projekteknek, elősegítve a megújuló energiatermelés terén Magyarország versenyképességét és fenntartható fejlődését.

3.ábra: Mezőcsát napelempark

(Forrás: Vajda János MTI)



A napelemek első magyarországi megjelenéséről és a kezdeti időszakban történő elterjedéséről, lakossági felhasználásáról nincsenek megbízható adatok, a pontos dokumentáció hiányában nehéz meghatározni, hogy mikor telepítették az első napelemeket. A világ és a térség építészeti, energetikai trendjeit figyelembe véve valószínűsíthető, hogy

Magyarországon is az 1980-as évek végén, az 1990-es évek elején jelent meg az ipari-kereskedelmi célú napelemes felhasználás.

Magyarországon az első napelemgyárat 1997-ben nyitották meg, a Dunasolar Napelemgyártó Rt. 1997 tavaszán kezdte meg a működését. A beruházás részben amerikai, részben magyar tőke bevonásával valósult meg, a budapesti telephelyen működő gyár egy magyar feltaláló szabadalmát alapul véve folytatta tevékenységét.

A 9,2 millió dolláros beruházás induló tőkéjét az amerikai Energy Photovoltaics Inc. 51%-ban, a Magyar Fejlesztési Bank Rt. 49%-ban állta.

A technológia a maga idejében forradalminak számított, a Dunasolar gyárában csúcstechnológiának számító eljárással készültek a napelemek. Az 1990-es évek közepén a budapesti gyárban használt amorf szilícium (a-Si) vékonyréteg-technológia valóban forradalminak volt mondható a napelemek gyártási folyamata során.

A Dunasolar Napelemgyártó Rt. fennállása csúcsán 150 embert foglalkoztatott (vezetőket és alkalmazottakat egyaránt beleértve), termelési csúcsteljesítménye 5 MW volt. Ez körülbelül 125 000 napelemnek felelt meg az akkori 40 wattos DS40 főtermék szerinti bontásban. Annak idején nemcsak európai, hanem világviszonylatban is jelentősnek számított ez a mennyiség, a Dunasolar a világ összes gyártókapacitásának 0,5-1%-át tette ki.

2000-ben még komoly kapacitásbővítést tűztek ki célul a Dunasolarnál, azonban a csökkenő európai és magyarországi kereslet miatt nem lett nyereséges a vállalat. Kóbor Miklós cégvezető szerint akkoriban még nem volt elég fejlett a magyar piac a környezetbarát technológia alkalmazására és az állami támogatás is jelentősen elmaradt a kívánatos mértéktől.

A gyár többször cserélt tulajdonost, az utolsó 2003-ban adta el a Dunasolart, ekkor végleg bezárták Magyarország első napelemgyárat, a vezetőket és az alkalmazottakat elbocsátották. Ebben az időben a cég 90 százalékos részesedéssel bíró tulajdonosa a Wallis Rt. volt, a gyártósorokat egy thaiföldi vállalat vette meg, amely a megállapodás szerint el is vitte a napelem gyártásához szükséges berendezéseket.

A Dunasolar működése során 1997 és 2003 között jelentős technológiai tapasztalat gyűlt össze, amely a Dunasolar kereskedelmi igazgatója és társai által 2003-ban alapított - és 2015-ben megszűnt - GAIASOLAR Kft.-ben öröklődött.

2005. október 8-án hálózatra kötötték Magyarország első szolárerőművét. A Gödöllői Szent István Egyetem kollégiumi épületére telepített (4.ábra), nagyjából 10 kWp teljesítményre képes szolárerőműnek a 2/3 része a Dunasolar gyártósorán készült DS40 napelemből áll. A kísérleti projekt keretében megvalósult fotovillamos minierőmű kivitelezésére a Gaiasolar kapott megbízást. Az erőmű az átadást követő 10 évben hibamentesen üzemelt és körülbelül 83 500 kWh energiát termelt. ⁴

4.ábra Gödöllői Szent István Egyetem kollégium (forrás: *.zsambekimedenec.hu*)



⁴ <https://www.eu-solar.hu/blog/egy-kis-magyar-szolartortenelem/>

2.2.Napelemek Jellemzői

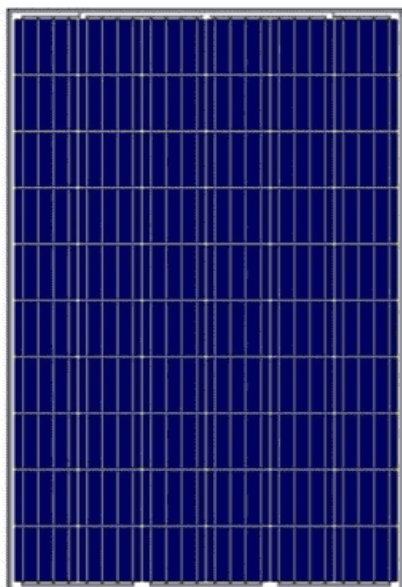
2.2.1. A napelemek fajtái

A napelemek különböző típusúak lehetnek, attól függően, hogy milyen anyagokból és technológiákból készülnek. Itt van néhány közülük:

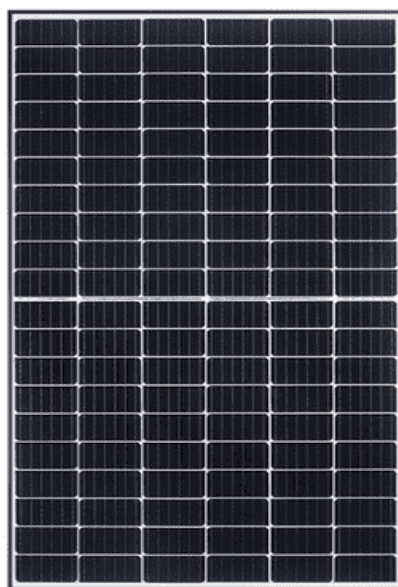
1. Monokristályos napelemek: Ezek a napelemek a legnagyobb hatásfokkal rendelkeznek, mivel egyetlen kristályból készülnek, erre utal a „mono” szó. Általában szilíciumból készülnek. A monokristályos napelemek általában egyszínűek és hatékonyak, de gyártásuk magasabb költségekkel járhat.
2. Polikristályos napelemek: Ezek a napelemek több kristályból készülnek, ami általában olcsóbb gyártási folyamatot eredményez. Bár a polikristályos napelemek hatásfoka általában alacsonyabb, mint a monokristályosaké, még mindig hatékonyak és jó választást jelenthetnek a költséghatékony napelem rendszerekhez.

5.ábra: poli- és monokristályos napelem

(Forrás: <https://nvsolar.hu>)



polikristályos



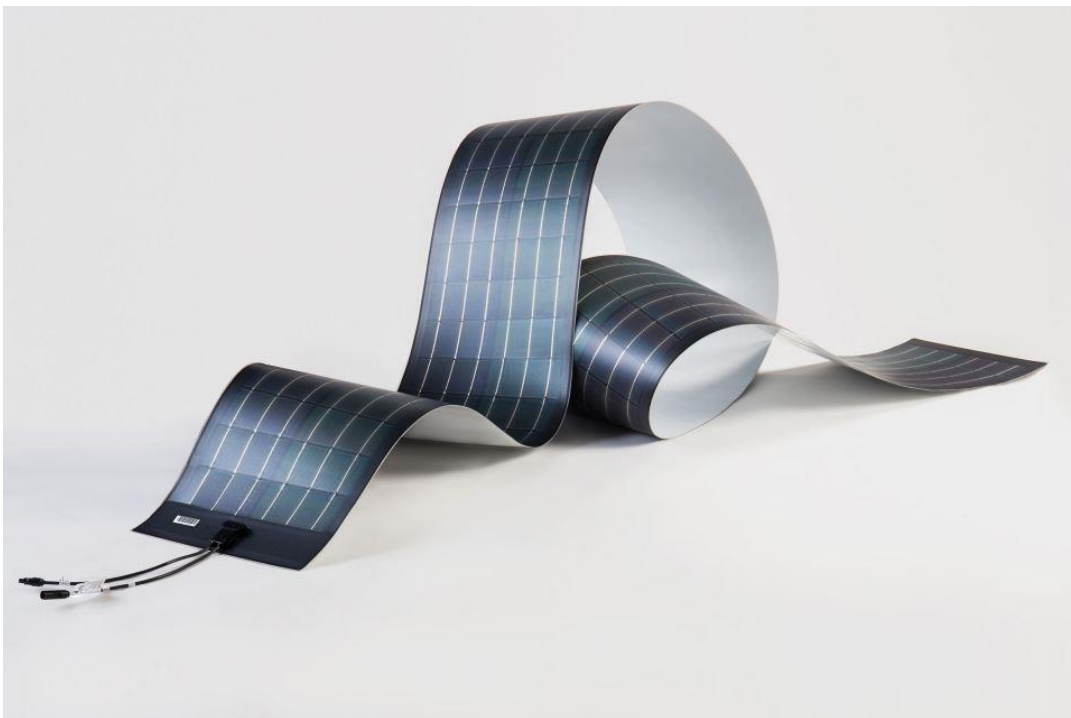
monokristályos
félcellás

Monokristályos és polikristályos napelemek a két leggyakoribb típus a piacon (5.ábra)

3. Amorf szilícium (vékonyrétegű) napelemek: Ezek a napelemek vékonyrétegű szilíciumból készülnek, és könnyebben gyártanak nagyobb mennyiségben. Bár az amorf szilícium napelemek hatásfoka általában alacsonyabb, mint a kristályos napelemeké, könnyebb és rugalmasabb anyagokból készülnek, és jobban alkalmazkodhatnak különböző felületekhez és alakzatokhoz.
4. CIGS (réz-indium-gallium-szelenid) napelemek: Ezek a napelemek olyan vegyületeket használnak, mint a réz, indium, gallium és szelén, és vékonyrétegű technológiát alkalmaznak. A CIGS napelemek (6.ábra) nagy rugalmasságot és hatékonyságot kínálnak, és lehetővé teszik a napelem panelek gyártását különböző alakzatokban és méretekben.
5. Perovszkit napelemek: Ez egy viszonylag új technológia, amely perovszkit nevű anyagokat használ a napsugárzás elnyelésére. A perovszkit napelemek ígéretesek a nagy hatásfok, a könnyű gyártás és az alacsony költségek miatt, bár még mindig fejlesztés alatt állnak.

6.ábra: CIGS napelem

(forrás: www.dsnsolar.com)



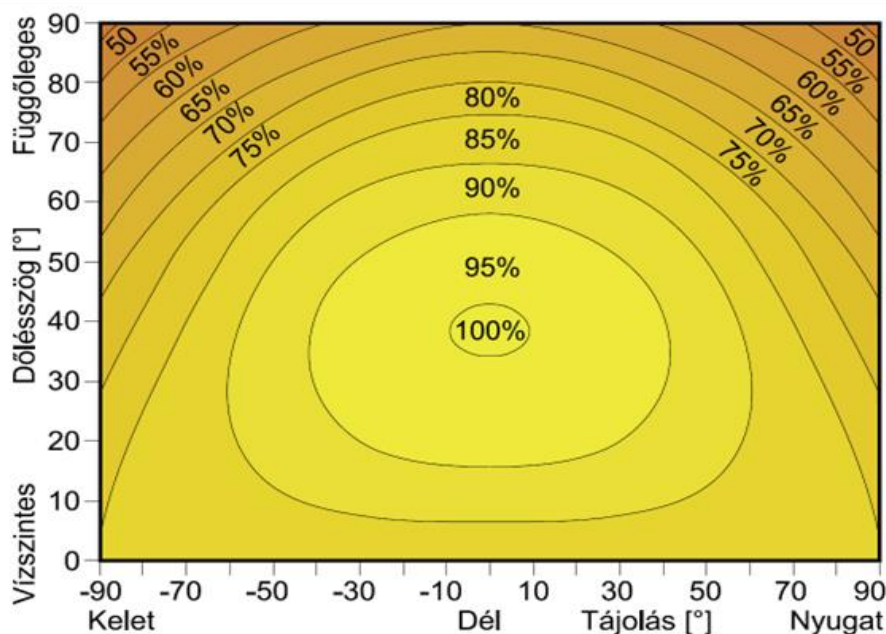
Manapság a kutatás és fejlesztés nem korlátozódik kizárólag nagyobb hatásfok elérésére, inkább a hatásfok x élettartam/gyártási költség irányába terjed azzal a céllal, hogy a megtérülési idő minél rövidebb legyen. Ez a cél vékony-filmek alapján készített elemek alkalmazásával érhető el: ezek egyedi hatásfoka alacsonyabb, de több réteg is összeépíthető és előállítási költségük sokszorta kisebb, mint a hagyományos szilíciumra alapozott elemeké.

2.2.2. Kinyerhető teljesítmény

A napelemekből kinyerhető teljesítmény függ a fény beesési szögétől, a megvilágítás intenzitásától, és a napelemre csatolt terheléstől. A fény intenzitását kevésbé van ráhatásunk, míg a másik két paramétert mi állíthatjuk be.

7.ábra: Napelemes rendszer energiahozamának változása tájolás és dőlésszög függvényében

(Forrás: <https://naplopo.hu> tervezési segédlet)



A napelemek optimális tájolása és dőlésszöge meghatározza, hogy mennyi napfényt tudnak befogni, és ezáltal mennyi elektromos energiát tudnak termelni. (7.ábra) A tájolás és a dőlésszög kiválasztása függ a helyi földrajzi adottságoktól, az éghajlattól és az energiafelhasználási igényektől. Általában a következőket kell figyelembe venni:

Tájolás: A napelemek optimális tájolása a déli irányba mutat. Ez azért fontos, mert a napenergia maximális kihasználása érdekében a napelemeknek a legtöbb időt kell tölteniük a napfénynek kitett területen. A déli tájolás biztosítja, hogy a napelemek a legtöbb napfényt kapják meg.

Dőlésszög: A napelemek optimális dőlésszöge függ a földrajzi szélességtől és az évszaktól. Általánosságban elmondható, hogy a napelemek dőlésszöge közelítse meg a helyi földrajzi szélességnek a napenergia hatásfok szempontjából optimális értékét. Ez általában 30-40 fok között van, Magyarországon ez az érték 35 fok.

Az optimális besugárzásra beforgatott napelem-modul sem fog mindig teljesítményt szolgáltatni, mivel a besugárzás mértéke több okból is változhat, lecsökkenhet. Ahogy a 8.ábra is mutatja ennek több oka is lehet, például felhős idő, légköri szennyeződés vagy csapadék, növényzet, különböző építmények árnyékolása vagy akár a napelem táblák felmelegedése is.

8.ábra Napelemek jelleggörbéje

(Forrás: www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkekink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-2/halozatra-csatlakozo-napelemes-rendszerek)



Ezekről a diagrammokról leolvasható, hogy napsugárzás hatására nő a kivehető teljesítmény. Ezzel ellentétben a hőmérséklet növekedésével pedig csökken. A napelemek névleges teljesítményét 25 °C fokon mérik ideális körülmények között. Valóságos körülmények esetén a napsugárzás teljesítménye pedig kisebb, mint 1000 W/m², a napelemek hőmérséklete napsugárzás hatására nem az ideális körülmények között biztosított 25°C hanem akár 50°C-nál több is lehet. A napelem teljesítménye ahogy a 8.ábra is mutatja arányosan csökken a napsugárzás gyengülésével, és a napelem felületi hőmérsékletének emelkedésével is ezt tapasztalhatjuk. Egy nyári napon, ha a napsugárzás teljesítménye 800 W/m², a napelem hőmérséklete pedig ennek hatására 50°C, akkor a napelem a névleges teljesítményének kb. 70%-át adja le. Így például egy 250 W névleges teljesítményű napelem valóságos teljesítménye valós körülmények esetén kb. 180 W. A napelemek a névleges értékhez közeli teljesítményüket csak nagyon ritkán, hideg téli napokon, szikrázó napsütés mellett tudják produkálni.

A napelemek hatásfoka az általuk befogadott napenergia és a kibocsátott elektromos energia közötti arányt jelenti. Ez azt mutatja, hogy mennyi napenergiát képesek átalakítani elektromos energiává. A napelemek hatásfokát általában százalékos formában fejezzük ki.

A hatásfok fontos mértékegység a napelemek teljesítményének és hatékonyságának mérésére, és kulcsfontosságú szerepet játszik az elektromos energia termelésének optimalizálásában. Minél magasabb a napelemek hatásfoka, annál több elektromos energia termelhető az adott mennyiségű napenergia felhasználásával.

A napelemek hatásfoka folyamatosan javul az új technológiák és fejlesztések révén. Az iparág folyamatosan törekszik arra, hogy növelje a napelemek hatásfokát, csökkentse a termelési költségeket és optimalizálja a teljesítményt.

Általánosságban elmondható, hogy a jelenlegi napelem panelek hatásfoka 15% és 22% között van. Azonban vannak olyan speciális, magas hatásfokú napelem panelek, amelyek akár 22% feletti hatásfokkal is rendelkeznek. A hatásfok nagyban függ az alkalmazott technológiától, a gyártási minőségtől és más tényezőktől.⁵

2.2.3. Az árnyékolás negatív hatása a napelem panelre

Az árnyékolás egy általános, a gyakorlatban a legtöbb családi háztető felületén előforduló probléma. Az árnyékolás nagy gondot is okoz a több panelből álló napelemes rendszereknél. Mivel a napelemek sorba vannak kötve és a leggyengébb láncszem elve érvényesül. Ha az egyik panel teljesítménye csökken (például az árnyékolás hatására), akkor az összes többi, vele egy munkapontra kötött panel teljesítménye is csökkenni fog. Ha a napelem cella árnyékba kerül, akkor azon csak nagyon kicsi áram tud átfolyni, ez jelentősen visszafogja a teljes napelem teljesítményét. Hogy ez ne fordulhasson elő, árnyékhatás esetén a cella sorban lévő dióda kinyit, így az áram, rajta keresztül, ki tudja kerülni a „dugulást”. Természetesen ebben az esetben az egész cellasor (tehát mind a 20 cella) teljesítménye kiesik, vagyis a napelem már csak maximum a teljesítményének kétharmadát fogja tudni. Összességében azért ez még mindig jobb, mintha a teljes napelem termelését visszafogná.

⁵ <https://naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-2/halozatra-csatlakozo-napelemes-rendszerek>

Ha az egyik napelem egy cellája árnyékba kerül, akkor a „dugulás” elkerülése végett a bypass dióda kinyit és így a napelem teljesítménye leesik nagyjából a kétharmadára.

Az árnyékolás negatív hatásának mérséklésére kifejlesztett első megoldás a microinverter volt. Ez azonban drágasága és bonyolultsága miatt nem tudott elterjedni. A következő lépés, hogy a hagyományos egy munkapontos invertert felváltották a két munkapontos társaik, így már ketté lehetett bontani a napelemes mezőket. Tehát árnyék esetén csak az egyik munkaponton lévő napelemek teljesítménye csökkent.

2.2.4. Alkalmazási példák

Lakóházak és kereskedelmi épületek: Sok lakóház és kereskedelmi épület telepít napelem rendszert az áramszámlák csökkentése és a fenntarthatóság növelése érdekében. A napelemek telepítése segíthet a háztartásoknak és vállalkozásoknak csökkenteni az energiafelhasználásukat és környezeti lábnyomukat.

Mezőgazdaság: A napelem rendszerek széles körben alkalmazhatók a mezőgazdaságban, például öntözőrendszerek, szivattyúk (9.ábra), fólia sátrak és üvegházak energiaellátására. Ez lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy csökkentsék az üzemeltetési költségeket és növeljék a termelékenységet.

Telekommunikáció: A távoli területeken és fejlődő országokban a napelem rendszereket gyakran alkalmazzák a telekommunikációs rendszerek, mint például mobiltelefon-tornyok és rádióadók energiaellátására. Ez lehetővé teszi a hálózatok függetlenségét az áramszolgáltatástól és növeli a hozzáférést a kommunikációs eszközökhöz.

9. ábra Napelemes szivattyú megoldás

(forrás: <https://comuti.in/solar/>)



Közlekedés: A napelemeket használják a közlekedési eszközök energiaellátására is, például hajók, vonatok, autóbuszok és kerékpárok esetében. A napelem panelek beépítése lehetővé teszi ezeknek a járműveknek, hogy fenntarthatóbbá váljanak és csökkentsék a környezeti hatásukat.

Közösségi projektek: A közösségi napelem projektek egyre népszerűbbek, ahol egy közösség vagy település összefog, hogy közösen megvásároljon és telepítsen napelem rendszert, és megoszthassa az előnyöket. Ezek a projektek lehetővé teszik a közösségeknek, hogy részesedjenek a megújuló energiában anélkül, hogy saját otthonukon telepítenék a rendszert.

2.2.5 A Nap energiája

A föld felszínére körülbelül 15 perc alatt érkezik annyienergia a Napból, mint a teljes energiaigénye a Föld villamos ellátásának.

A Nap energiája hő és fény formájában éri Földünket, ezt az energiát az őskortól fogva használjuk aktív vagy passzív formában.

A Nap nem csupán egy távoli fényforrás a mindennapjainkban, hanem rendkívül hatékony energiaforrás is. A Nap legfőbb alkotóeleme a hidrogén, melynek nagy része - 73,5%-a - a csillag magjában, a héliummá való átalakuláskor hatalmas energiát bocsátva ki. Érdekesség, hogy ennek a hatalmas energiamennyiségnek csak egy töredéke éri el a Földünket.

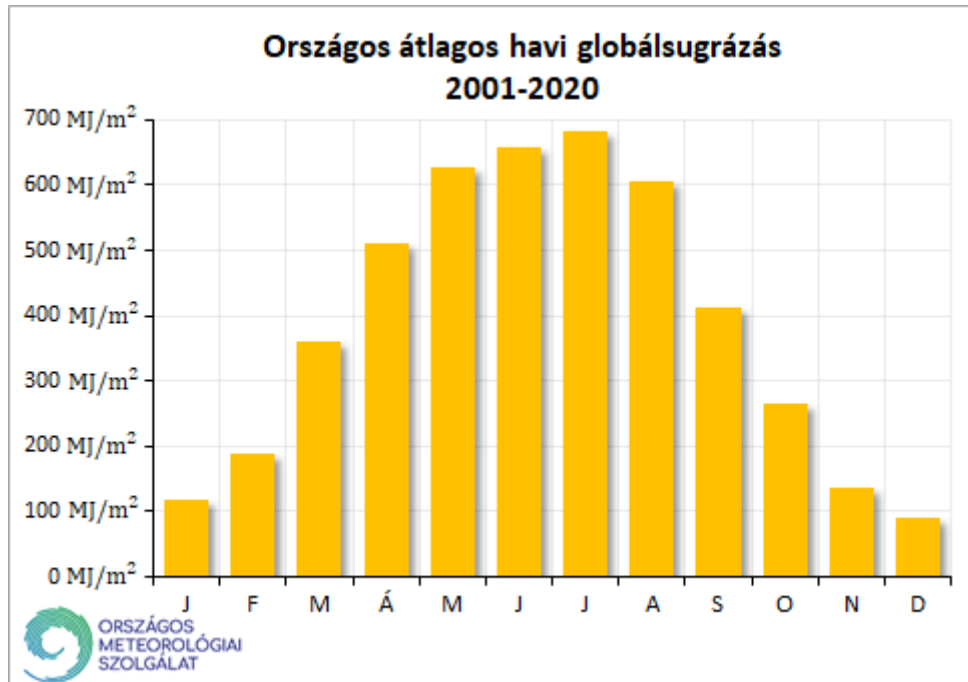
A Nap által másodpercenként kibocsátott 174 Petawatt energia 30%-a visszaverődik az űrbe, a többi pedig a felhőkön, az óceánokon és a földfelszínen halad keresztül. Ennek az elnyelt energiának köszönhetjük a Földünk átlagos 14 °C-os hőmérsékletét, ami elég ahhoz, hogy életet tartsunk fenn rajta. Azonban azt is fontos megjegyezni, hogy egy óra alatt több napenergia érkezik a Földre, mint amennyit a bolygó lakossága éves energiafelhasználásához szükséges lenne.⁶

A 10.ábra mutatja globálsugárzás átlagos havi értékeit Magyarországon a 2001-2020 közötti időszakban. Ez alatt a Napból érkező közvetlen sugárzás, valamint az égbolt minden részéről érkező szórt sugárzás összegét értjük. A leolvasható értékekből látszik, hogy az ország területére milyen hatalmas mértékű sugárzás érkezik.

⁶ <https://xforest.hu/napenergia/>

10.ábra: Magyarország átlagos havi átlag sugárzás (Forrás:

www.met.hu/eghailat/magyarország_eghailata)

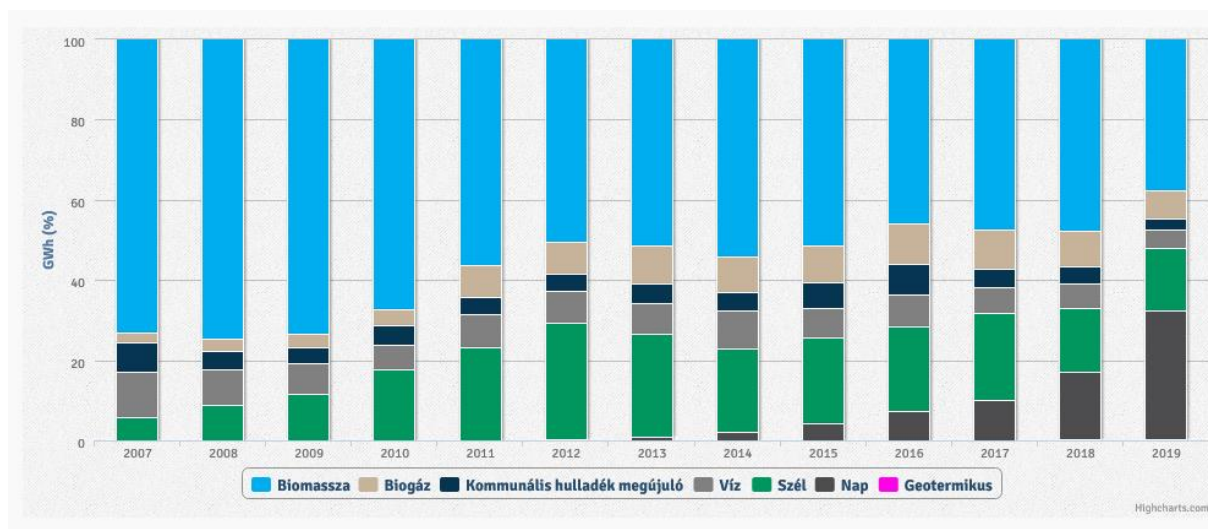


2.3. Napelemes rendszerek Magyarországon

Magyarországon - a világ többi országához hasonlóan - egyre nagyobb teret hódít a Napból származó energia közvetlen energiatermelésre történő felhasználása. (11.ábra) A napelemes rendszerek telepítése egyre népszerűbb Magyarországon, különösen a lakóházak, vállalati épületek és ipari létesítmények tetőin. Az egyre csökkenő beruházási költségek és a támogató kormányzati politikák ösztönzik a napenergia beruházásokat az országban. A napelemeket háztartási vagy ipari méretű elektromos áram termelésére, a napkollektorokat pedig többnyire a lakossági felhasználású forróvíz (fűtésre vagy tisztálkodáshoz) előállítására használják.

11.ábra: Villamosenergia-termelés megoszlása Magyarországon

(forrás MEKH)



2024 elejére 1632 megawattal nőtt a napelemes rendszerek beépített teljesítménye Magyarországon. A tavalyi gyarapodás több mint másfélszerese a 2022-ben regisztrált növekedésnek. Ezzel 5600 megawatt fölé emelkedett az összes napenergia kapacitás.⁷

Az átviteli rendszerirányító MAVIR előzetes adatai szerint 2024 elejéig 5649 megawatt napelemes kapacitást kapcsoltak rendszerbe Magyarországon. Az ipari naperőművek 3332 megawattját a háztartási méretű létesítmények 2317 megawattja egészíti ki. A 2023-as növekedés nemcsak bármely korábbi esztendő adatát múlja felül, hanem több új teljesítmény létesítését is takarja annál, mint amennyi 2020-ig kiépült (1415 megawatt). A tavalyi bővülés közel fele-fele arányban származott az ipari és a háztartási méretű erőművek üzembe helyezéséből. Az 50 kW feletti naperőműparkok múlt nyáron érték el eddigi teljesítménycsúcsukat, augusztus 12-én déltájban több mint 2731 megawattot termelve.⁷

Az időjárásfüggő erőművek gyors elterjedése komoly kihívások elé állítja a hálózatüzemeltetőket és a rendszerirányítót. Ezért további hálózati fejlesztésre és háttértárolóra van szükség.

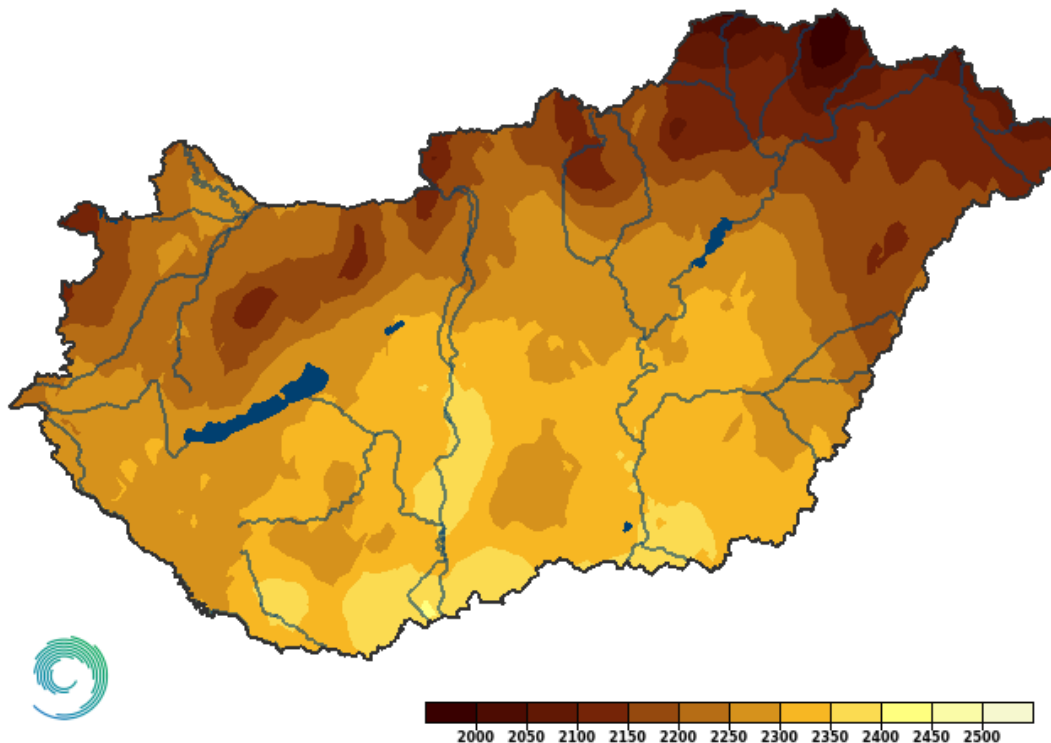
⁷ <https://kormany.hu/hirek/2023-ban-sosem-latott-mertekben-bovult-a-hazai-napenergia-kapacitas>

2.3.1. Magyarország napenergia potenciálja

Magyarország napenergia kihasználásának szempontjából szerencsés helyzetben van! Ahogy a 12. ábra is mutatja a napsütéses órák száma 2000 és 2200 között van. Az alföld egyes részein meghaladja a 2400-at is. A magasabban fekvő régiókban is 2100 körül mozog, ami azt jelenti, hogy az országrészek közötti különbség nem haladja meg a 10% eltérést. A felszínt éves szinten több mint 100 napot éri napfény elhelyezkedéstől függően.

12.ábra 2023 napsütéses órák száma

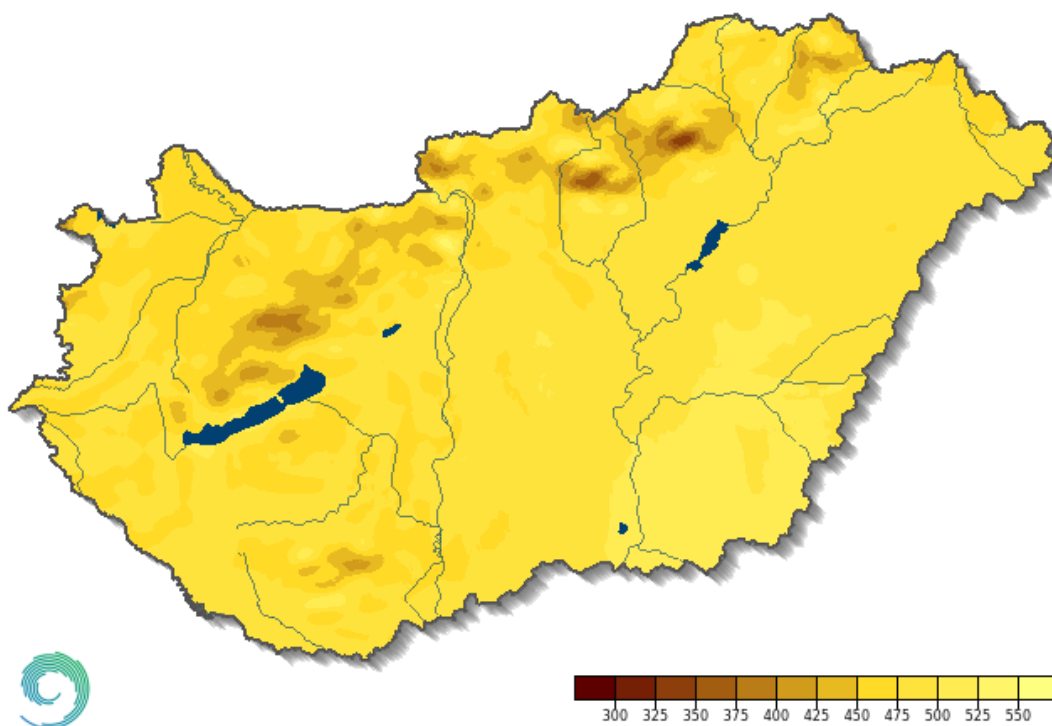
(forrás MET.hu)



A globálsugárzási adatokat(13.ábra) figyelembe véve látható, hogy átlagosan 500 kJ/cm² ami 1389 kWh/m² érkező napsugárzás Magyarország felszínére. Egy átlagos napelem körülbelül 22%-ot tud hasznosítani a napsugárzásból. Ami Magyarország esetében ideális körülmények között 305 kWh jelent négyzetméterenként. Így arra következtetnek, hogy az ország teljes területe alkalmas napelemes rendszerek telepítésére! Ezek a számok évről évre növekednek.

13.ábra: A globálsugárzás országos eloszlása 2023

(forrás met.hu)



2.4. Rendszer tervezés

Megfelelő napelemes rendszer telepítése előtt elengedhetetlen a pontos tervezés. A méretezés azért fontos, hogy el tudja látni a rendszer a feladatát és ne legyen túlméretezett, ami pénz kidobást jelenthet.

Első lépés a fogyasztás meghatározása. A havi vagy negyedórás mérési adatokat figyelembe véve ki kell számolni az éves fogyasztást, ami jó alap az erőmű méretének meghatározására. Ha a havi fogyasztást tudjuk és megszorozzuk tizenkettővel akkor kapunk egy hozzávetőleges éves adatot, de a legjobb, ha konkrétan ismerjük az éves fogyasztásunkat és ezt használjuk fel a tervezéshez

Második lépés a naperőmű teljesítményének meghatározása. Az éves fogyasztási adatok ismeretében már meghatározhatjuk a szükséges rendszer méretét. Általánosságban elmondható, hogy egy 1 kWp teljesítményű napelemes rendszer 1200-1250 kWh villamos energiát képes termelni évente. Ezeket figyelembe véve megkaphatjuk a szükséges rendszerteljesítményt. Az éves fogyasztási adatot elosztva az adott területre jellemző napsugárzási adattal megkaphatjuk a teljes fogyasztás fedezéséhez szükséges névleges napelemes teljesítményt.⁴

Harmadik lépés a telepítendő rendszer méretének meghatározása. Figyelembe kell venni a jogszabályi háttérrel is a lehetőségek és korlátok miatt. Fizikai adottságok is sokszor meghatározzák, behatárolják a rendszer teljesítményét. A villamosenergiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvényt és az Elosztói szabályzatot érdemes figyelembe venni továbbá a MEKH rendeletet a villamos energia rendszerhasználati díjakról és alkalmazásuk szabályairól. Fontos, hogy legyünk naprakészek a jogszabályok tekintetében is.

14.ábra Inverter

(forrás:www.huawei.com)



Negyedik lépésként vegyük figyelembe az inverter(ek) (14.ábra) méretét, teljesítményét. Fontos a méretezése egy esetleges jövőbeli fejlesztéssel is számolva. A napelemes inverter kiválasztása kulcsfontosságú lépés a napelem rendszer tervezésében, mivel az inverter felelős a napelemek által termelt egyenáram átalakításáért váltóárammá, amelyet a háztartási berendezések használnak. Itt vannak néhány fontos tényező, amelyeket figyelembe kell venni az inverter kiválasztásakor:

1. Teljesítmény: Válasszunk olyan invertert, amely képes kezelni a napelem rendszer által termelt maximális teljesítményt. Fontos, hogy az inverter teljesítménye megfeleljen vagy meghaladja a napelem rendszer maximális teljesítményét. A napelemes rendszer névleges AC oldali teljesítménye nem haladhatja meg a rendelkezésre álló hálózati betáplálás teljesítményét.
2. MPPT (Maximum Power Point Tracking) munkapont követés: Olyan invertert válasszunk, amely rendelkezik MPPT funkcióval, amely lehetővé teszi az inverter számára, hogy optimalizálja a napelem rendszer teljesítményét a változó fényviszonyokhoz.

3. Hatékonyság: Fontos, hogy az inverter hatékony legyen az energiaátalakításban, mivel ez befolyásolja a rendszer teljesítményét és energiahozamát. Olyan invertert válasszunk, amelyek magas hatékonysággal rendelkeznek, különösen a tervezett terhelési tartományban.
4. Megbízhatóság és garancia: Ellenőrizni kell az inverter gyártójának hírnevét és az inverterre vonatkozó garanciát. Válasszunk olyan invertert, amely megbízható, és amelyre hosszú garancia van.
5. Kompakt méret és telepítési lehetőségek: Meg kell győződni róla, hogy az inverter mérete és kialakítása megfelel a telepítési körülményeknek, és lehetőséget biztosít a könnyű telepítésre és karbantartásra.
6. Kiegészítő funkciók: Néhány inverter rendelkezhet kiegészítő funkciókkal, mint például online monitorozás, WiFi kapcsolat vagy intelligens energiamenedzsment rendszerek. Ezek a funkciók lehetővé teszik a rendszer teljesítményének és hatékonyságának további optimalizálását és monitorozását.

Az inverter kiválasztásánál figyelni kell arra, hogy a választott típus megfeleljen a közcélúhálózati csatlakoztatáshoz előírt elosztói követelményeknek. Csak olyan invertert lehet alkalmazni, amit az adott terület hálózati engedélyese jóváhagyott. Az engedélyezett inverterek listája letölthető a szolgáltatók honlapjáról.⁸

Utoljára egy nagyon fontos lépés maradt a tájolás. Az épületen való elhelyezés vagy földi tartószerkezet alkalmazásánál is fontos szempont a elnyelő felület kialakítása (tájolás és a dőlésszög) ahogy azt korábban a 7. ábrán láthattuk továbbá az árnyékolás mértéke.

A tájolásban és éves energiahozam meghatározásában nyújt segítséget a PVGIS PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) oldalon keresztül kaphatunk! (14. ábra)

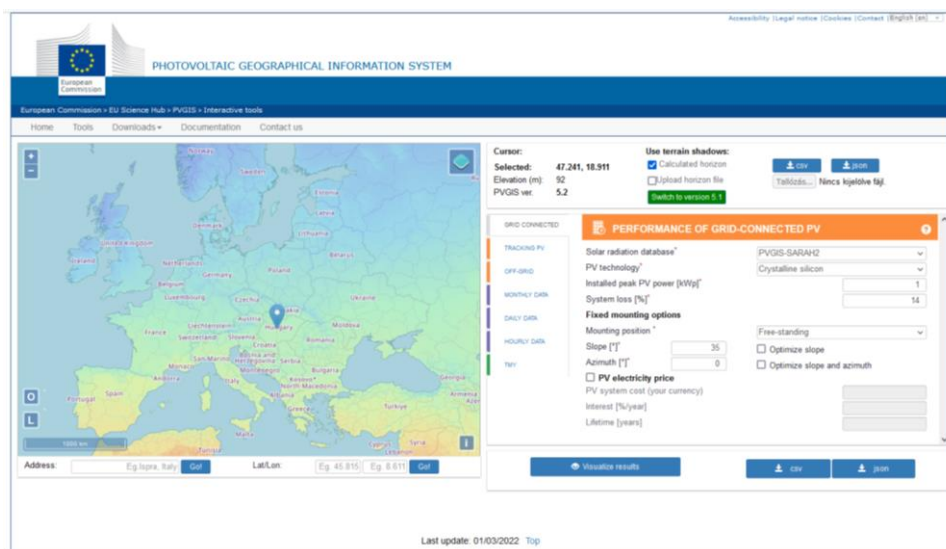
Néhány egyszerű lépéssel gyorsan kapunk eredményt az adatok megadása után. Szükség van a földrajzi helyzetre (address) amit térképes keresés alapján vagy a konkrét cím megadásával

⁸ <https://naplopo.hu/tudastar/szakcikkekink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-2/halozatra-csatlakozo-napelemes-rendszerek>

is megtehetjük. Lényeges a névleges napelemes teljesítmény megadása (Installed peak PV power) kWp-ben. Szükség van a dőlésszög(Slope) fokban és a tájolás (Azimuth) megadására is szintén fokban, de itt figyelembe kell venni, hogy az azimuth, vagyis a tájolás, a napelemek szöge déli irányhoz viszonyítva. Vagyis -90° a kelet, 0° a dél és 90° a nyugati irány.

14.ábra: PVGIS(Fotovoltaikus földrajzi információs rendszer) felület

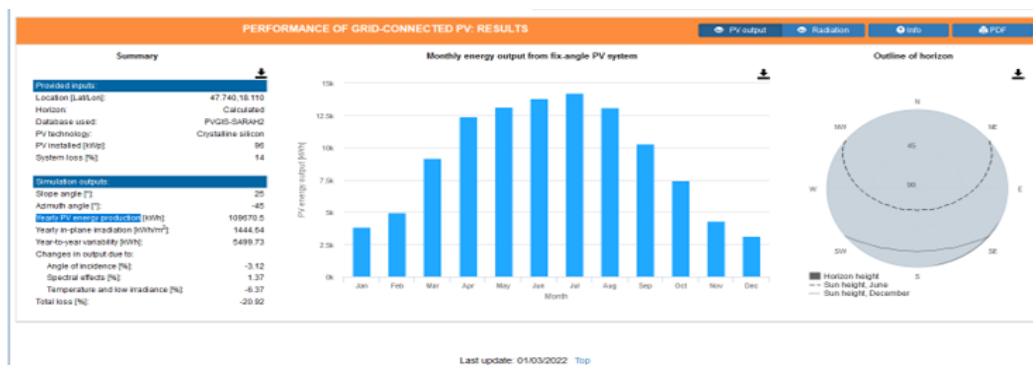
(forrás: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)



További opciókkal finomíthatjuk az eredményt például a rendszer veszteségével, beépítés helyzete tető vagy szabadon álló vagy akár optimális lejtés és tájolást is választhatunk. Miután megadtuk a szükséges adatokat az eredmények megjelenítése (Visualize results) gombra kattintva rögtön megkapjuk a várható éves hozamot (Yearly PV energy production) kwh-ban további adatok társaságában. Ebben az eredményben már az éves napsugárzási adatokat is figyelembe vette a rendszer. (15.ábra)

15.ábra: PVGIS Eredmények (Fotovoltaikus földrajzi információs rendszer) felület

(forrás: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)



3. Ireks-Stamag Kft napelemes rendszer telepítésének vizsgálata

3.1 Beruházás előnyei hátrányai

A beruházás megkezdése előtt érdemes átgondolni, hogy a beruházás milyen veszélyekkel, nehézségekkel, előnyökkel jár.

Pozitívumok:

- Olyan természeti erőforrást használunk fel, amely gyakorlatilag kifogyhatatlan
- Káros anyag kibocsátás nélkül képes elektromos energiát előállítani
- Folyamatos beruházás megtérüléssel rendelkezik
- kiserőmű megvalósítható tender, komolyabb pályázat nélkül
- A napelemes rendszerek hosszú távon jelentős pénzügyi megtakarítást eredményezhetnek az elektromos számlák csökkentése révén.
- A napelemes paneleknek hosszú élettartama van, és általában 25-30 évig tartósan működnek.

Negatívumok:

- A napelemes rendszerek telepítése jelentős kezdeti költségeket igényel, bár hosszú távon megtérülhetnek.
- Időszakosság jellemzi a termelést. A napelemes rendszerek teljesítménye erősen függ az időjárási viszonyoktól, például a napsütéses órák számától és a felhőzet mennyiségétől.
- A napelemes rendszerek telepítése szakértelmet és megfelelő tervezést igényel, és nem minden épület alkalmas a telepítésre.
- elektromos energia átvételi lehetőségek korlátozottak, emiatt jelentősen csökkenhet az árbevétel, elhúzódhat a megtérülés
- Jogszabályok folyamatos változása

3.2 Az IREKS-STAMAG Kft bemutatása

Az IREKS-STAMAG Kft. egy magyarországi vállalat, amely az IREKS csoport tagja. Az IREKS csoport egy németországi központú vállalatcsoport, amely világszerte tevékenykedik a sütőiparban és a pék iparágban. Központja a németországi Kulmbachban található. Az IREKS-STAMAG Kft. a csoport magyarországi leányvállalataként működik, és számos minőségi terméket és szolgáltatást kínál az élelmiszeripar számára. A társaságot Stamag-Gabona Kft. néven alapították 1989.-ben. A jogelőd vállalkozásból átalakulással jött létre a Stamag-Ireks Kft. A külföldi tőke bevonása, valamint a vállalkozás eredményes működése számos beruházás lehetőségét teremtette meg: 1999-ben alapanyagraktár, 2000-ben Oktatási Központ és Bemutató pékség, majd 2010-ben megépült az új irodaépület, amely egyben a Társaság főépülete. 2011-től a cég nevének megváltoztatását követően a társaság elnevezése: IREKS-STAMAG Kft. A 2018-2019-es évek legjelentősebb beruházása egy új technológiai központ volt, a Vevőközpont felépítése (16.ábra). Itt a legmodernebb berendezések segítségével bemutatható a Társaság által forgalmazott termékek felhasználási lehetőségei a Partnerek számára.

Az IREKS-STAMAG Kft. funkcionális területei közé tartozik a beszerzés, gyártás és raktározás, minőségbiztosítás, értékesítés, sütési és cukrásztechnológiai szaktanácsadás, marketing, pénzügy és menedzsment, valamint a létesítmény fenntartás. Ezek a területek összpontosítják a vállalat tevékenységét és erőforrásait a hatékony üzletmenethez és a vevői igények kielégítéséhez. A beszerzés felelős az alapanyagok, készáruk beszerzéséért, biztosítva ezzel a termelés folyamatosságát és minőségét. A gyártás és raktározás területe felügyeli a termelési folyamatot és az elkészült termékek raktározását, hogy biztosítsa azok elérhetőségét és megfelelő kezelését. A minőségbiztosítás biztosítja, hogy a vállalat által előállított termékek magas minőségűek legyenek és megfeleljenek a szigorú minőségi követelményeknek. Az értékesítés és a marketing a termékek piacra juttatását és eladását koordinálja, és gondoskodik arról, hogy azok megfelelően kommunikálva legyenek a vevők felé. A sütési és cukrásztechnológiai szaktanácsadás segítséget nyújt a vevőknek a termékek legjobb felhasználási módjainak kiválasztásában és alkalmazásában, javítva ezzel az ügyfelek elégedettségét és lojalitását. A pénzügy és a menedzsment területe felelős az üzleti működés

és a pénzügyi stabilitás felügyeletéért, míg a létesítmény fenntartás biztosítja az épületek, berendezések és egyéb infrastruktúra megfelelő karbantartását és működését, hogy az üzleti folyamatok zavartalanul működhessenek. Ezek az összpontosított funkcionális területek lehetővé teszik az IREKS-STAMAG Kft. számára, hogy hatékonyan működjön és sikeresen teljesítsen a piacon.

16.ábra: Ireks-Stamag Kft. Vevőközpont

(forrás: Saját kép)



kép IREKS-STAMAG Kft Vevőközpont

Termékek és szolgáltatások: Az IREKS STAMAG Kft. széles termékskálát kínál az élelmiszeripar számára, beleértve a pékárukhoz és cukrászati termékekhez szükséges alapanyagokat és segédanyagokat, valamint gépeket és technológiákat a pékségek és cukrászdák számára.

Minőség és megbízhatóság: Az IREKS csoport hosszú évek óta elismert a minőségi termékeiről és megbízható szolgáltatásairól. Az IREKS STAMAG Kft. is folyamatosan törekszik a legmagasabb minőségi szabványok fenntartására és a vevői elégedettség biztosítására.

Innováció és fejlesztés: Az IREKS csoport aktívan részt vesz az innovációban és a termékfejlesztésben, hogy lépést tartson az iparág új trendjeivel és igényeivel. Ennek részeként az IREKS Stamag Kft. is folyamatosan fejleszti termékeit és szolgáltatásait az ügyfelek igényeinek kielégítése érdekében.

3.3. Napelemes rendszer megvalósítása

A társaság telephelyének folyamatos fejlődése is mutatja az energia igény emelkedését. Az újonnan megvalósult épületek fűtési-hűtési rendszere is elektromos áramra támaszkodik.

A fogyasztás optimalizálás miatt folyamatos fejlesztéseket tesz a cég például a fényforrások korszerűsítésével, klímaberendezések modern kisfogyasztásúra cserélése, Hűtőkamrák hűtőgépeinek modernizálása, hőszigetelések alkalmazása.

Nem elhanyagolható szempont az energia árak ugrásszerű növekedése. A kiszámíthatóság és stabilitás növelése is szerepet játszott abban, hogy meg szülessen a napelemes kiserőmű telepítésének gondolata is. Ezáltal a vállalkozás stabilitása és így a versenyelőnyének növekedése.

A beruházás megvalósíthatóságának vizsgálatánál az egyik legfontosabb szempont a gazdaságosság és megtérülés kérdése! A naperőművek esetében különösen igaz, hogy a teljes költség legnagyobb részét a beruházási költség teszi ki, a működési, működtetési költségek ehhez képest szinte elhanyagolhatóak.

A vizsgálatom alapvetően két részre bontható. Az egyik rész, ami a tetőn elhelyezett napelemekkel foglalkozik és a másik, ami pedig a földi tartószerkezetes megoldást vizsgálja. Ennek oka az Ireks-Stamag Kft tulajdonosi csoportjára vezethető vissza egy a folyamatok közben felmerülő döntés miatt.

3.3.1 Fogyasztás meghatározása

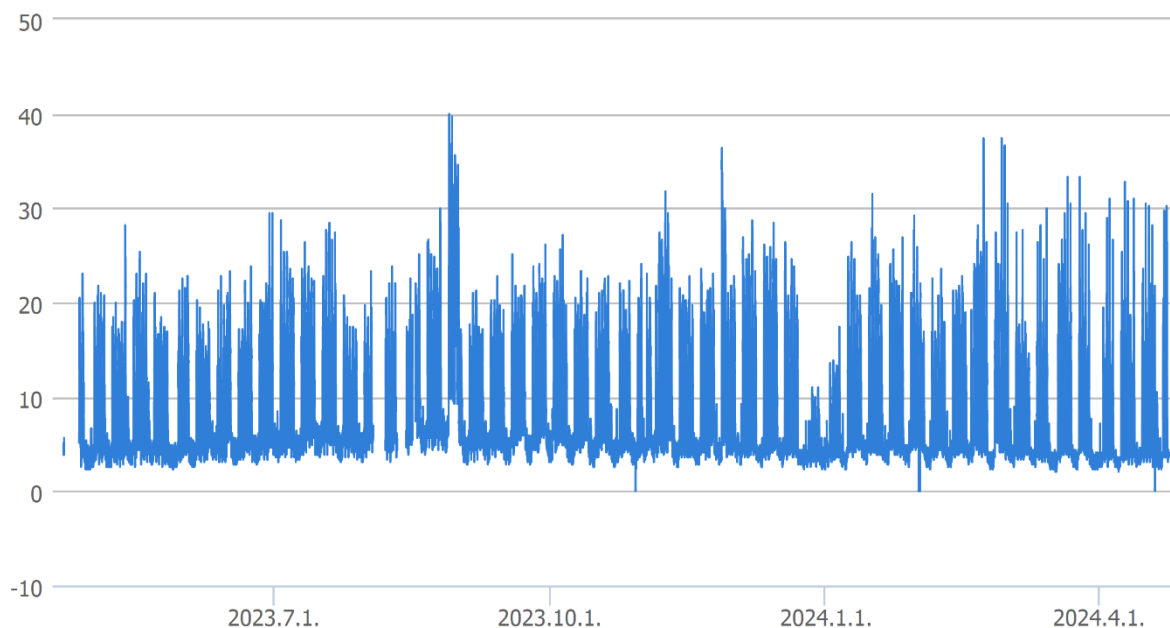
Mint azt korábban is írtam első lépés a fogyasztás meghatározása.

Az Ireks- Stamag Kft telephelyén saját trafóval rendelkezik és közép feszültségen vételezi az áramot. Ebből adódóan az árammérő távleolvasással negyed óránként, úgynevezett idősoros méréssel történik. A mérési adatok hozzáférhetők az E.ON távleolvasási portálján. Fogyasztási adatok mellett teljesítmény adatok is kinyerhetők belőle, amiből a fogyasztás eloszlására következtethetünk.

Az egyévre vonatkozó negyedórás adatokat grafikonba rendezve a grafikonból (17.ábra) leolvasható az adott időhöz tartozó fogyasztás kWh-ban. A számsor nagy mennyiségű számadat, hozzávetőleg 35000 értékből áll. Ebből nagy pontossággal meghatározható a fogyasztási szokás, terhelés eloszlása. Itt a 2023.04.01.-től 2024.04.01.-ig terjedő időszakot ábrázoltam.

17.ábra: Negyedórás mérési adatok éves ábrázolásban

(Forrás: saját munka E.on távleolvasási portál alapján)



A számításaimhoz a 2021.06 - 2022.06.-hó közötti időszakot vettem referencia évnak, mivel a külső vállalkozások felé is ezt az időszakot prezentáltam. Az éves tényleges fogyasztás 307895,73 kWh volt. Ez az adat volt a kiindulási alap a további számításoknál.

3.3.2. Az erőmű méretének meghatározása

Az éves fogyasztást figyelembe véve meghatároztam a napelemes rendszer méretét. Előzetesen, árajánlat kérése előtt egy általános, tetőre helyezett rendszerrel kalkuláltam. Tudva, hogy 1 kWp névleges teljesítményű napelemes rendszerrel Magyarországon kb. 1000-1200 kWh/év villamos energia állítható elő⁴. Az éves fogyasztási adatot elosztva az erre a területre jellemző napsugárzási értékkel, 1100 kWh/évvel a következőt kaptam

$$307895/1100=279,9$$

Ami azt jelenti, hogy körülbelül egy 280 kWp teljesítményű erőmű tudja fedezni a telephely teljes áram szükségletének ellátását!

Visszaellenőrizve ezt az adatot behelyettesítettem a PVGIS interaktív napelemes rendszer méretező felületén (18.ábra) megadva a Komárom Báthory utca 32. címet a következő eredményt kaptam.

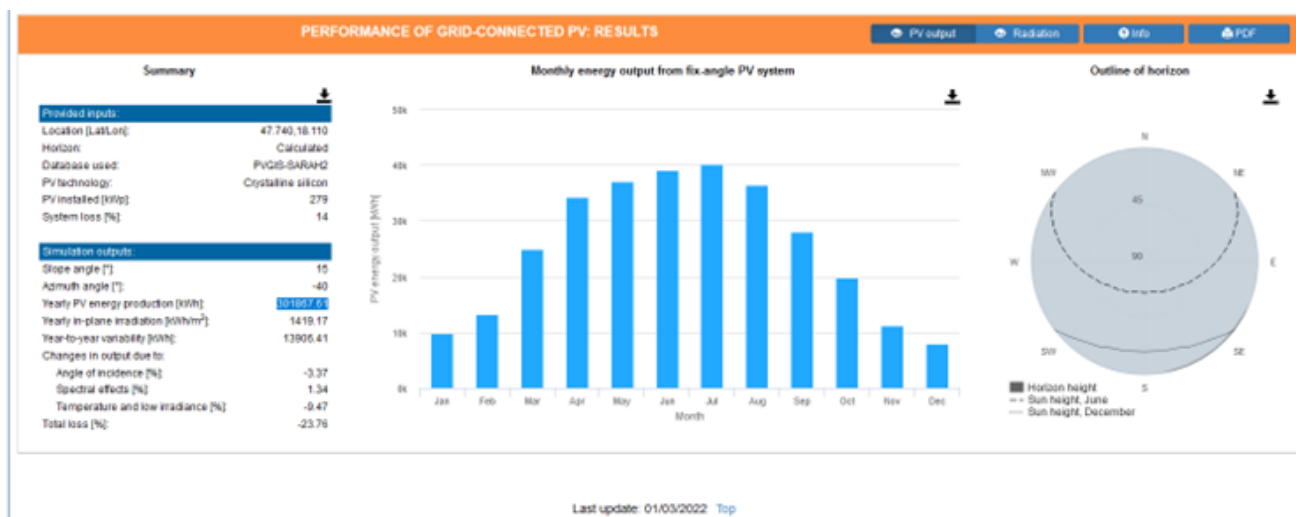
18.ábra: PVGIS (Fotovoltaikus földrajzi információs rendszer) felület

(forrás: saját adatok feldolgozása a https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)

The screenshot displays the PVGIS web application interface. On the left, a map shows the location of Komárom, Hungary, with a blue pin indicating the specific site at Báthory utca 32. The right-hand side of the interface contains a form for configuring the PV system simulation. Key parameters include:

- Cursor:** 47.739, 18.112
- Selected:** 47.740, 18.110
- Elevation (m):** 113
- PVGIS ver:** 5.2
- Use terrain shadows:** ☒ Calculated horizon
- Solar radiation database:** PVGIS-SARAH2
- PV technology:** Crystalline silicon
- Installed peak PV power [kWp]:** 279
- System loss [%]:** (empty field)
- Fixed mounting options:** ☒ Roof added / Building integrated
- Slope [°]:** (empty field)
- Azimuth [°]:** (empty field)
- PV electricity price:** (empty field)
- PV system cost (your currency):** (empty field)
- Interest [%/year]:** (empty field)
- Lifetime [years]:** (empty field)

At the bottom, there is a 'Visualize results' button and user login options for 'user' and 'join'.



Ezen az oldalon szükséges megadni a helyszínt, a névleges teljesítményt, ami jelen esetben 279 kWh. Továbbá a tető dőlésszögét, ami 15 fok és a tájolást, ami -40 fok a déli iránytól nyugat felé eltérve, tehát délnyugati a fekvés. Ez a kalkulátor figyelembe veszi a napsütéses órákat az adott helyszínrre nézve.

Az így kapott várható éves hozam 301867.61 kWh. Ez az eredmény megközelíti az éves fogyasztást tehát az előzetes méretezés jónak bizonyult.

279 kWp/405 w=689db

Ha jelenleg a piacon levő általános napelem méretet vesszük alapul, ami 405w-os akkor ehhez a teljesítményhez 689 darabra van szükség, ami körülbelül 2 m² felületet feltételezve darabonként 1378 m² felületet eredményez.

$607 \cdot 2 = 1378 \text{ m}^2$

Sajnos ez a méret nem valósulhat meg a rendelkezésre álló beépíthető tetőfelületek miatt. Legfeljebb 500 négyzetméter az a felület, ahol napelemek helyezhetők el.

Ebből is adódik, hogy a maximális rendszerméret ne haladhatja meg a 100 kWp-t.

$500/2=250$ db $250*40\text{ W}=101250\text{ kWp}$

Ezután szakcégekhez fordulva kértem ajánlatokat az adott rendszerméretre.

Az első ajánlatnál még volt lehetőség hálózatba visszatáplálásra és szaldó elszámolásra.

Jelenleg a napelemes rendszerek hálózatba visszatáplálási lehetősége ideiglenesen felfüggesztésre került, így csak visszawatt védelemmel ellátott rendszer engedélyeztethető.

A visszawatt védelem egy inverter szabályozás. Ennek lényege, hogy a napelemes rendszer által megtermelt pillanatnyi energia nem lehet több, mint a fogyasztó pillanatnyi fogyasztása. Ezen egyensúly gondoskodik arról, hogy a hálózatba visszatáplálás nem történik meg.

A visszawatt védelemmel ellátott rendszernél tehát, amennyiben nincs fogyasztás, az inverter sem termel.

Sajnos ez azt eredményezi, hogy a beruházás nagysága és a megtérülés nincs egyenes arányba. Ahogy növeljük a rendszer méretet úgy növekszik a megtérülési idő. Az 1. táblázatban összehasonlítottam három rendszert, ahol a névleges teljesítmény növelésével vizsgáltam a megtérülési időt. A kivitelezési árakra árajánlatot kértem. A fogyasztási és a termelési adatok a korábbiakból ismertek voltak.

1.táblázat: Napelemes rendszer megtérülés számítás

(forrás: Saját szerkesztés)

	100kWp rendszer	150kWp rendszer	200kWp rendszer
Napelemes teljesítmény (kWp)	100	150	200
Fogyasztás (kWh/év)	307893	307893	307893
Megtermelt villamosenergia(kWh)	108196	162294	216392
Felhasznált villamosenergia(kWh)	90488	112531	124321
Felhasznált villamosenergia (%)	29%	37%	40%
VisszWatt miatt elvesztett energia (kWh)	17708	49763	92071
Veszteségi ráta (%)	16%	31%	43%
Napelemes rendszer kivitelezési ára(Ft)	41 350 000 Ft	59 750 000 Ft	75 100 000 Ft
Éves megtakarítás	7 239 040 Ft	9 002 480 Ft	9 945 680 Ft
Megtérülés (év)	5,71	6,64	7,55
	Villamosenergiadíj	Rendsz.használati díj	Összesen
1 kWh megvásárolt energia díja	65,00	15,00	80,00 Ft

A teljes fogyasztás lefedéséhez szükséges erőmű méretnél már közel 50%-os a veszteségi ráta. A vissz watt védelem kedvezőtlenül befolyásolja ezt. Mivel a fogyasztási szokások és a termelés egyidejűségében nagy az eltérés, szükséges lenne további háttértárolók beszerzésére. Erre a célra a legmegfelelőbb lenne a hálózatra visszatáplálni majd később felhasználni, de erre nincs lehetőség.

Akkumulátoros tárolók bekerülési költsége miatt és a felhasználási szokásaink miatt kerültek elvetésre.

Így optimális megoldásként a 100 kWp teljesítményű mellett döntöttem.

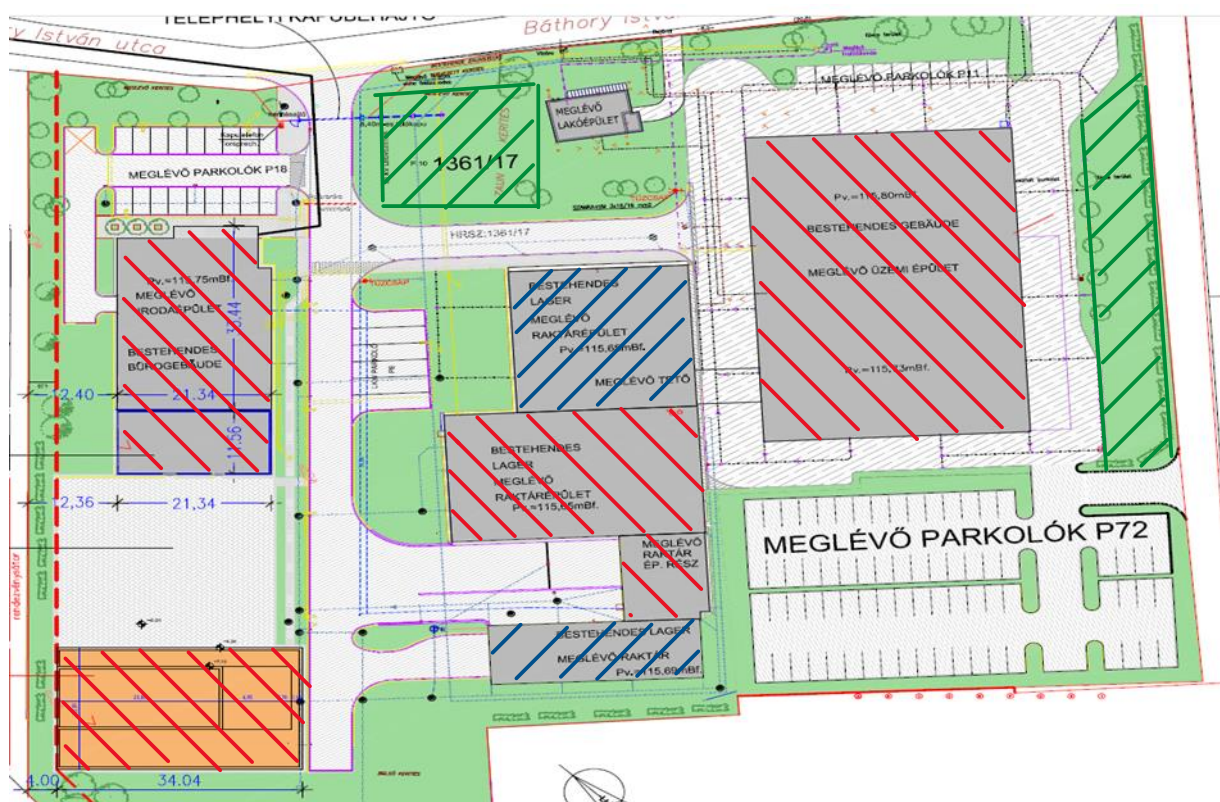
Ez a méret, ami még nem igényel túl nagy felületet sem és a veszteség is kisebb mivel nagyobb hányadban hasznosítható a megtermelt áram.

3.3.3 Ajánlatok

Több tetőfelület is rendelkezésre állt. A 19.ábrán megjelölt területek álltak rendelkezésre és a pirossal megjelöltekre a tulajdonos nem engedélyez semmilyen építményt telepíteni a lágy PVC borítás sérülésének elkerülése érdekében. A késsel jelölés trapézlemez borítást takar. Ez tűnik a leg optimálisabb helynek a kivitelezés számára. Illetve ekkor még feltételelesen a zölddel jelölt helyeken jött szóba földi tartószerkezeten elhelyezett napelem. Hely kihasználás miatt a tetőre elhelyezett napelemek tűntek a legjobb megoldásnak. Továbbá szempont volt az inverter elhelyezésének lehetősége is, illetve a hálózati csatlakozás helyének kialakítása és ezzel járó munkálatok mértéke, plusz költsége. Ez is a raktár csarnok felé terelte az optimális megoldásnak gondolatát.

19.ábra: Napelemelhelyezési lehetőségek

(forrás: Sajátszerkesztés Ireks-Stamag Kft irattárból)



Ezen a ponton a piaci lehetőségeket kellett felkutatni. Több kivitelezéssel foglalkozó szakcéggel vettem fel a kapcsolatot, de a végén két szereplő volt, akinél konkrét ajánlatkérésig jutottam el.

Hogy részletes ajánlatot kapjunk minden esetben szükséges adatokat szolgáltatnunk a külső cég felé. Első és legfontosabb az éves fogyasztás. Ebből lehet következtetni a rendszer méretre ahogy ezt én is tettem.

Fontos szempont volt a teljeskörű ügyintézés is, ami magába foglalja az engedélyezési eljárásokat.

Előzetes árajánlatok bekérése után helyszíni bejárás és adottságok felmérésére van szükség az árajánlat pontosítása miatt.

Az első két ajánlatot adó cégek árai hasonlóak voltak (2. táblázat), de a felmérésnél kiderült, hogy az 1. cég felületesebb felmérést és sok nyitott kérdést hagyott a kivitelezésben. Így könnyebb volt döntést hozni és a második cégre esett a választás.

2. Táblázat: Napelemes rendszer kivitelezési árak összehasonlítása

(forrás: saját szerkesztés)

Árajánlatok

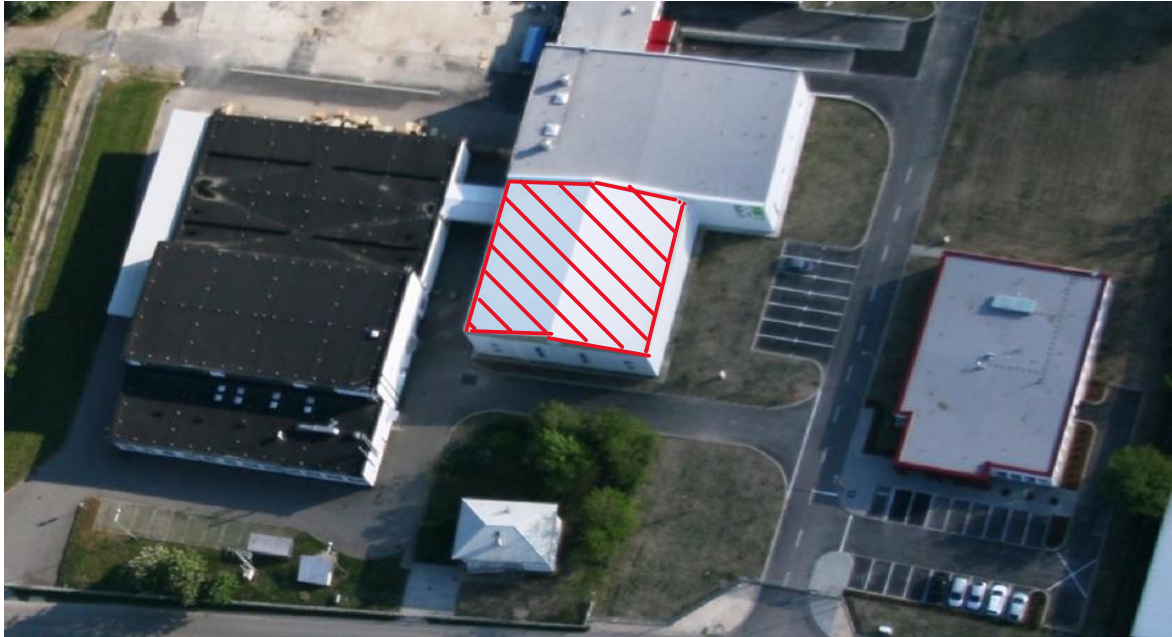
	Névleges teljesítmény	nettó ár
1.cég	119 kWp	47 954 883 HUF
2.cég	100 kWp	41 350 000 HUF

3.3.4 Tetőre telepítés lehetősége

A 2. számú cégre a Tiszta Energiák Kft.-re esett a választás és megkezdődött a közös munka. Újbóli helyszíni felmérés egyeztetés után megszületett a döntés. A raktárcsarnok trapézlemez héjazatú tetejére kerül a napelem a 20.ábrán pirossal megjelölt épületre. Azért esett a választás erre a felületre, mert a magasság miatt nincs árnyék a többi épülettől, a trapézlemez teherbíró képessége is megfelelő.

20.ábra: Napelem elhelyezése a jelölt helyen

(forrás: Ireks-Stamag Kft)



A hely kihasználás miatt a LONGI Solar 530 W-os napelemére esett a választás amiből 194 darab kerülne fel a tetőre. Így a névleges teljesítménye az erőműnek 102,82 kWp lenne, ami a PVGIS számítása szerint 110360 kWh/év. Mivel kötelezettség van a visszawatt védelemre ez további 15%-os veszteséget jelent. Így 93806 kWh-val számolhatunk, ami megközelítőleg az éves átlagfogyasztás egy harmada.

$$110360 \text{ kWh} / 15\% = 93806 \text{ kWh}$$

Az első ajánlatbekerés és az utolsó elfogadott ajánlat között eltelt egy év, ami a piaci árak alakulása miatt kedvezőbb bekerülési költséget hozott. Így a megtérülési idő is lerövidülhet. A 3.táblázatból látható, hogy nem elhanyagolható az árkülönbség.

3.Táblázat: Árak össze hasonlítása

(forrás: saját szerkesztés)

	Névleges rendszer teljesítmény	Ár	Dátum
1. ajánlat	96,36kWp	37 673 422 Ft	2022.07.22
5.ajánlat	102,82kWp	26 981 002 Ft	2023.11.22
	Különbözet	10 692 420 Ft	

Ezen a ponton német anyacéget is be kellett vonni a folyamatba a beruházás jóváhagyásához. Mindenre kiterjedő információk és számítások átadása után jóváhagyták a terveket egy kikötéssel nem helyezhető tetőre napelem. Ez a döntés újabb tervezést igényelt.

3.3.5 Földtartóval megoldandó problémák

Szerencsére a cég területének mérete lehetővé teszi a földi tartószerkezetek elhelyezését is. Bár itt is korlátozottak a lehetőségek.

A legnagyobb problémát az árnyékolás jelenti. Míg a tetőn szinte elhanyagolható, addig a talaj közelében jelentős árnyékolás lehetséges. Az árnyék hatása a napelemek teljesítményére komoly hatással lehet, csökkentve vagy teljesen blokkolva a napfényt, amelyre a napelemeknek szükségük van az energiatermeléshez. A napelemek szorosan vannak összekapcsolva, és az árnyék egyetlen napelemre gyakorolt hatása az egész rendszer teljesítményét csökkentheti.

Az árnyék lehet természetes, például fák, felhők vagy épületek által vetett árnyék, például kémények, antennák vagy légkábelek által. Az árnyék hatása függ az árnyék méretétől, alakjától, helyétől és időtartamától.

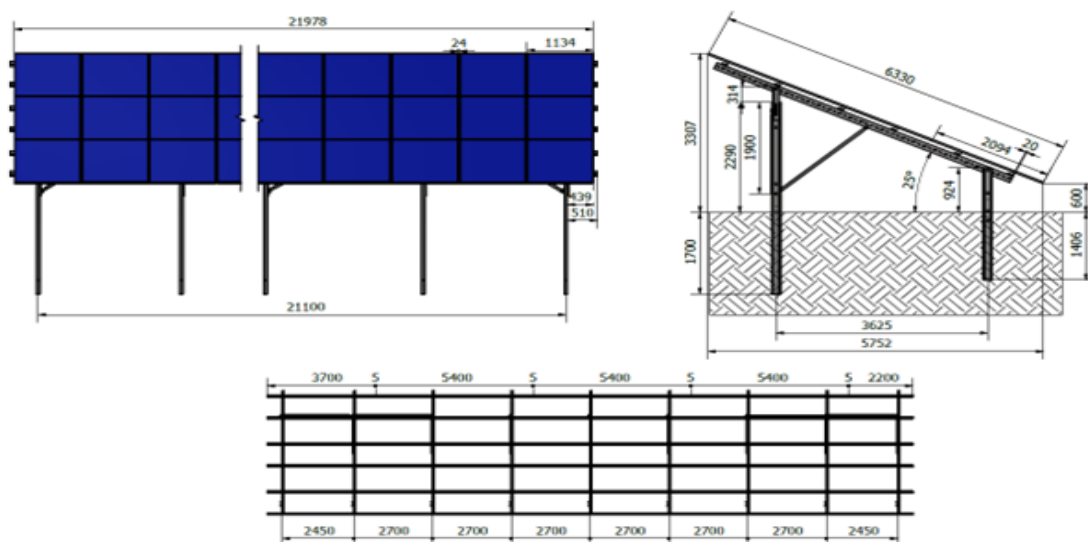
A rendelkezésre álló területet is érinti árnyékhatás a késő délutáni órákba. Ezért a veszteség csökkentése érdekében szükséges optimalizáló berendezés beépítése.

A napelem optimalizálók olyan eszközök vagy rendszerek, amelyek segítenek maximalizálni a napelem rendszer teljesítményét és hatékonyságát, különösen olyan környezetekben, ahol az árnyékolás vagy más külső tényezők befolyásolhatják a napelemek teljesítményét. Ezek az eszközök vagy rendszerek egyes napelemek teljesítményét monitorozzák és optimalizálják, lehetővé téve a rendszer részeinek optimális működését még részleges árnyékolás esetén is. Ezek általában panelszintű optimalizálást biztosítanak, és csökkentik az árnyékolás negatív hatásait.

Földi tartószerkezetre (21.ábra) kerül a napelem. Hogy ne csak hátrányokról beszéljek, előnyként említhetném az optimális dőlésszöget, a könnyebb karbantarthatóságot.

21.ábra: Földi tartószerkezet

(forrás: <https://electraplan.eu/grande-foldre-telepitett-tartoszerkezet/>)



3.3.6. A végleges rendszer, kivitelezés

Az utolsó árajánlat is megérkezett (22.ábra). E szerint a napelemes rendszer névleges teljesítménye 93,81 kWp. 177 darab 530 W-os LONGI Solar LR5-66HTH-530M napelemből (4.táblázat) épül fel, aminek felülete 420 m². Huawei kommunikációs rendszerrel és napelemenként optimalizálóval lesz ellátva. Az inverter Huawei SUN2000-100KTL típusú (5.Táblázat). A tartószerkezet földi tartószerkezet, amely cölöpöléssel kerül rögzítésre és dél-keleti tájolása lesz.

A rendszer megrendelése megtörtént. Az engedélyezés eljárás folyamatban van. A napelem átadása várható időpontja 2024 nyarán lesz.

22.ábra: Árajánlat részlet

(forrás: Ireks-Stamag Kft.)

Tiszta Energiák a Földért és az Emberért Kft.

Ajánlattevő adatai: Tiszta Energiák Kft.
1037 Budapest, Kunigunda útja 60.
Adószám:14852020-2-41

Név: Ireks-Stamag Kft.
2900 Komárom Báthori István utca 32.

Tárgy: Napelemes kiserőmű visszawatt védelemmel ellátva

Kedves Varga Balázs,

Hivatkozva ajánlatkérésükre az alábbi ajánlatot adjuk a kapott dokumentumok, felmérés és információk alapján.

A rendszer adatai - Ajánlat		
Napelemes névleges teljesítmény:		93,81 kwp
Tétel	Mennyiség	
530W-os LONGI Solar LR5-66HTH-530M napelem + termékdíj (Termékgarancia: 12 év, Teljesítménygarancia: 25 év)	177	
Tartószerkezet – Földi tartószerkezet, cölöpölésel (Termékgarancia: 10 év)	177	
Huawei SUN2000-100KTL inverter (Termékgarancia: 10 év, Bővíthető: 15, 20 évre) - termékdíjjal együtt.	1	
Huawei kommunikációs rendszer kiépítése, inverter szabályzással együtt a mérési pont és a tetőn lévő PVAC elosztó között. 177 db Huawei optimalizáló.	1	
Komplett KIF villanyszerelési anyag a napelemtől az AC rákötési pontig -DC oldal a napelemektől az inverter DC bemenő kapcsáig, tartalmazza túláram és túlfeszültség védelmi berendezéseket is. (fém kábeltálcák, segédanyagok...stb.)	1	
KIF villanyszerelési anyag - AC oldal 1 - inverter tartószerkezete, inverterek melletti AC csatlakozó doboz túláram és túlfeszültség védelemmel, AC kábellel a tetőn lévő PVAC elosztóig	1	
KIF villanyszerelési anyag - AC oldal 2 - PVAC elosztó fedővédelemmel	1	
KIF villanyszerelési anyag - AC oldal 3 - PVAC csatlakozó kábel és az épületben meglévő csatlakozási pont(elosztó) átalakítása, hogy fogadni tudja a tető felől érkező AC csatlakozó kábelt.	1	
Munkadíj és szállítási díj, organizációs költségek, Üzemi mérések elvégzésével, jegyzőkönyvek elkészítésével, felvonulási terület kialakításával.	1	
Tervezés - Visszawatt - Engedélyeztetés, hatósági díjak megfizetésével együtt. - Megvalósulási tervdokumentáció elkészítése a projekt végezetével.	1	
Projektmenedzsment, Hulladékelszállítás, projektbiztosítás	1	
MGT-ben E.ON által előírt esetleges hálózat átalakítása, fejlesztése.		Az ajánlat nem tartalmazza. A szolgáltatói MGT beérkezése után árazható.
Végösszeg (nettó):		71 601 € vagy 27 924 445 Ft

www.tisztaenergiak.hu

ím: 1037 Budapest, Kunigunda útja 60. * postafiók: 1307 Budapest, Pf.: 45.
mail: info@tisztaenergiak.hu * cégjegyzékszám: 01-09-922987 * adószám: 14852020-2-41

1 / 2 oldal

4. Táblázat: Napelem adatlap (forrás: Tiszta Energiák Kft)

Napelem-modul: LR5-66 HTH 530 M G2 (v2)

Gyártó	LONGI Solar
Szállítható	Igen
Villamos adatok	
Cellatípus	Si mikrokristályos
Félcéls modul	Igen
Cellák száma	66
Bypass-diódák száma	3
Feszültségesés áthidaló diódáknént	1 V
Integrált teljesítményoptimalizáló	Nem
Csak transzformátorral ellátott inverterrel megfelelő	Nem
U/I mutatószám STC esetén	
Feszültség MPP-ben	40,22 V
Áram MPP-ben	13,18 A
Üresjárási feszültség	47,88 V
Rövidzárlati áram	14,2 A
Üresjárási feszültség megemelkedése a stabilizálás előtt	0 %
Névleges teljesítmény	530 W
Töltési tényező	77,97 %
Hatásfok	22,32 %
U/I részterhelési mutatószámok	
Az értékek forrása	Gyártó/saját
Napfény besugárzás intenzitása	200 W/m ²
Feszültség MPP-ben részterhelésnél	36,847 V
Áram az MPP-ben részterhelésnél	2,652 A
Nyitott áramköri feszültség részterhelésnél	42,689 V
Rövidzárlati áram részterhelésnél	2,827 A
További paraméterek	
Hőmérséklet Voc-együttható	-129,4 mV/K
Hőmérséklet Isc-együttható	6,9 mA/K
Hőmérséklet Pmpp-együttható	-0,35 %/K
Beesésiszög-módosító (IAM)	100 %
Maximális rendszerfeszültség	1500 V
Műszaki adatok	
Szélesség	1134 mm
Magasság	2094 mm
Mélység	35 mm
Keret szélesség	11 mm
Súly	25,3 kg

5.táblázat: Inverteradatlap

(forrás: Tiszta Energiák Kft)

Inverter: SUN2000-100KTL-M1 (400Vac) (v6)

Gyártó	Huawei Technologies
Szállítható	Igen
Elektromos adatok – egyenáram	
Egyenáramú névleges teljesítmény	101,95 kW
Max. egyenáramú teljesítmény	144 kW
Névleges egyenfeszültség	600 V
Max. bemeneti feszültség	1100 V
Max. bemeneti áramerősség	260 A
Max. rövidzárlati áram	260 A
Egyenáramú bemenetek száma	20
Elektromos adatok – váltóáram	
Váltóáramú névleges teljesítmény	110 kW
Max. váltóáramú teljesítmény	110 kVA
Fázisok száma	3
Transzformátorral	Nem
Elektromos adatok – egyéb	
Hatásfok változása, ha a névleges feszültségtől eltér a bemeneti feszültség	0,13 %/100V
Min. betáplált teljesítmény	80 W
Standby felhasználás	15 W
Éjszakai felhasználás	3,5 W
MPP-tracker	
Teljesítménytartomány < a névleges teljesítmény 20%-a	99 %
Teljesítménytartomány > a névleges teljesítmény 20%-a	99,9 %
MPP-trackerek száma	10
MPP-tracker 1-10	
Max. bemeneti áramerősség	26 A
Max. rövidzárlati áram	26 A
Max. felvett teljesítmény	21 kW
Min. MPP-feszültség	200 V
Max. MPP-feszültség	1000 V

A napelemek helye a földi tartószerkezettel az üzemcsarnok mellet elhelyezkedő zöld terület lett. Ez látható a 3D-s elhelyezési terven is (23.ábra). Ez a hely a legjobb megoldásnak. A korábban felvázolt lehetséges beépítési helyekkel is összhangban van (19.ábra). Ennek a földterület nincs egyéb funkciója. A jövőbeli fejlesztési terveknek sem akadály. Az árnyékolás is kevésbé okoz problémát, bár az épületek miatt a délutáni órákban lehet részlegesen árnyék, ami miatt optimalizálókkal lesznek ellátva a napelemek.

23.ábra: Napelem elhelyezési terv 3D

(forrás: Tiszta Energiák Kft.)



A PVGIS felületet ismét segítségül hívva kiszámoltam az éves várható hozamot, ami 107168.64 kWh/év lett ahogy a 7.táblázat is mutatja. A tartószerkezet 25 fokos dőlését és a délkeleti tájolást vettem figyelembe.

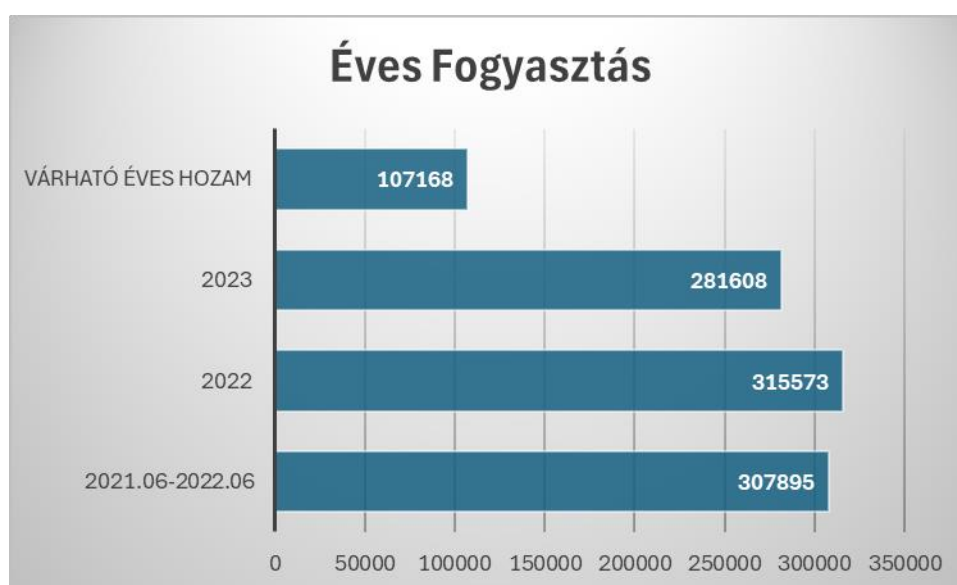
7.táblázat: PVGIS eredmények

(forrás: saját szerkesztés PVGIS felületen kalkulált adatokból)

Helyszín [Lat/Lon]:	47.740,18.110
Horizon:	Kalkulált
Adatbázis:	PVGIS-SARAH2
Napelem technológia:	Crystalline silicon
Névleges napelem teljesítmény [kWp]:	93.81
Veszteség [%]:	14
Dőlésszög [°]:	25
Tájolás [°]:	-45
Várható éves hozam [kWh]:	107168.64
Éves érkező besugárzás [kWh/m2]:	1444.64

23.ábra: Várható éves hozam és az éves fogyasztások összehasonlítása

(forrás: saját szerkesztés)



Az árnyékolás és a leszabályozást, illetve termelésen kívüli veszteségeket figyelembe véve hozzávetőleg 15-20 %-os veszteséggel számolhatunk. Így a 107168 kWh várhatóan 89 000 kWh valós eredményre módosul. Természetesen ezt az adatot az időjárás, felhasználói szokások és egyéb tényezők befolyásolhatják. A 23. ábrán látható, hogy az energetikai fejlesztések és a tudatos energiahasználat hatására a 2023-as évre az áram felhasználás 12%-os csökkenést mutat. Ezt az évet alapul véve a teljes energiaigénynek körülbelül 30 százalékát fedezi a napenergiából nyert elektromos áram.

A várható hozam és az energia árak figyelembevételével kiszámítható a megtérülése a beruházásnak (8. táblázat). Ez alapján valamivel több mint 5 év alatt kapjuk vissza a beruházás értékét villamos áram formájában. Természetesen ez az eredmény változhat a további költségek felmerülésével, illetve mérséklődhet az energiadíj csökkenésével.

8. táblázat: Megtérülés számítás

(forrás: saját szerkesztés)

Megtérülés számítás			
Beruházás (Ft)	27 924 445		
Energia ár (Ft/kWh)	60	várható hozam kwh/év	89000
Megtermelt energia ár (Ft)	5340000	fogyasztás kWh/év	281608
Megtérülési idő (év)	5,2		

4. Következtetések

Vizsgálataim során egy magyarországi vállalkozás telephelyére történő napelemes rendszer telepítésének lehetőségeit vizsgáltam meg. Mindenképp elgondolkodtató a jelenlegi villamosenergia átvételi és pályázati lehetőségek mellett egy ilyen volumenű beruházásba belekezdeni. A megtérülés - pályázati pénzek nélkül – is pozitív lehet belátható időn belül.

A beruházást megelőzően mindenképp érdemes több egymástól független kivitelezőtől is árajánlatot, helyszíni felmérést kérni. Nagy eltérés lehetséges árban és árajánlat tartalmában is mint például a teljes engedélyeztetés ügyintézése. Az általam választott cég minden szempontból megfelelőnek tűnik.

Megvizsgáltam többek között a helyszínre vonatkozó napsugárzási adatokat, összevetettem különböző rendszerméreteket, kiválasztva az optimális méretet. A napelemes rendszer névleges teljesítménye 93,81 kWp. A választott névleges teljesítmény hozzávetőleg az áram szükséglet harmadát fedezi.

A beruházás megtérülése öt év körül várható. Ami természetesen változhat a piaci viszonyok változásával és egyéb nem várt beruházási költségek felmerülésével.

Arra következtetésre jutottam, hogy egy átgondolt rendszer kifizetődő is lehet. Körültekintőnek kell lenni, ha a teljes áramfogyasztás szeretnénk lefedni napelemekkel. A vizsgált vállalat esetében nem érdemes így méretezni, mivel a jelenlegi szabályozások szerint visszawatt védelemmel kell ellátni a rendszert. Továbbá az egy műszakos munkarend miatt, tároló alkalmazása is hosszú megtérülést eredményezne. Az is kiderül, hogy a tetőre vagy a földre helyezett tartószerkezeteken elhelyezett napelemek, nem befolyásolják számottevően az éves hozamot.

A jövőben a felhasználási szokások vagy a szabályozások kedvező változásával érdemes lehet az erőmű méret növelésén elgondolkodni.

5.Összefoglalás

Dolgozatom elkészítéséhez az Ireks-Stamag Kft telephelyén napelemes rendszer megvalósulásának folyamatát mutatom be. A társaság egyben a munkahelyem is. A munkám részeként különösen fontos számomra, hogy az energiafelhasználást optimalizáljam, így csökkentve a kiadásokat ezáltal kedvezőbb munkafeltételeket teremtve az itt dolgozóknak és kellemes környezetet a hozzánk érkező partnereknek. A fogyasztás optimalizálás miatt folyamatos fejlesztéseket teszünk például a fényforrások korszerűsítésével, klímaberendezések modern kisfogyasztására cserélése, hűtőkamrák hűtőgépeinek modernizálása, hőszigetelések aktuális elvárásoknak megfeleltetése.

Mivel az energia árak ugrásszerűen megnövekedtek az utóbbi években nehezen lehet előre tervezni a költségekkel. Az energia tudatos gondolkodásmód és a kiszámíthatóság növelése is fontos szerepet játszott abban, hogy megvalósításra kerüljön egy napelemes kiserőmű a telephelyen. Ezáltal növelve a vállalkozás stabilitását és így a versenyelőnyét is.

A beruházás megvalósíthatóságának vizsgálatánál a környezet tudatosságon túl az egyik legfontosabb szempont a gazdaságosság és megtérülés kérdése! A naperőművek esetében különösen igaz, hogy a teljes költség legnagyobb részét a beruházási költség teszi ki, a működési, működtetési költségek ehhez képest szinte elhanyagolhatóak.

Dolgozatomat a napelem fejlődésének történeti áttekintésével kezdtem, ahol röviden a Fotovoltaikus hatás felfedezésétől napjainkig bemutatom a fejlődés főbb pontjait és a felhasználási lehetőségeket. Majd Magyarország helyzetét érintettem. Leírom a napelemes rendszer tervezéséhez szükséges lépéseket, főbb irányvonalait.

A dolgozatom saját része egy komáromi telephelyű vállalkozás konkrét példáján keresztül mutatom be egy napelemes rendszer megvalósulásának menetét és gazdaságossági vizsgálatát, telepítésének menetét.

Az általam bemutatott társaság az élelmiszeriparban tevékenykedik, főtevékenysége a Malomipari termékek gyártása. A vállalatot 1989. végén alapították osztrák-magyar tulajdonosok, majd 1996-ban 100%-ban külföldi tulajdonba került. A tulajdonos jelenleg is a németországi IREKS GmbH. Az IREKS több mint 90 országban szolgálja ki a pékeket és cukrászokat, továbbá a sörmaláta gyártás egyik vezető szereplője a piacnak.

A vizsgálatom alapvetően két részre bontható. Az egyik részben, a tetőn elhelyezett napelemekkel foglalkozom a másikban pedig a földi tartószerkezetes megoldást vizsgálom.

Erre azért volt szükség, mert a tervezési folyamat közben az anyacég döntése értelmében nem helyezhető tetőre napelem.

Először meghatároztam az áramfogyasztást, ami az alapját képezi a rendszer méret meghatározásának. A 2021.06 -tól 2022.06.-ig terjedő időszakot vettem referencia évnak, amit a szakcégek felé is közöltem. Az éves tényleges fogyasztás 307 895,73 kWh volt. Ez az adat volt a kiindulási alap a további számításoknál.

Ezek után a szükséges napelemes rendszerméret meghatározása volt a cél az előzőleg kiszámolt éves fogyasztás figyelembevételével. Általános, tetőre helyezett rendszerrel kalkuláltam. Figyelembevélve, hogy 1 kWp névleges teljesítményű napelemes rendszerrel Magyarországon kb. 1000-1200 kWh/év villamos energia állítható elő az éves fogyasztási adatot elosztva az erre a területre jellemző napsugárzási értékkel, 1100 kWh/évvel megkaptam, hogy körülbelül egy 280 kWp teljesítményű erőmű tudja fedezni a telephely teljes áram szükségletének ellátását! Visszaellenőrizve ezt az adatot behelyettesítettem a PVGIS interaktív napelemes rendszer méretező felületén hasonló értékeket kaptam, ami azt jelenti jó volt az előzetes számítás. Sajnos ez a méret nem valósulhat meg a rendelkezésre álló beépíthető tetőfelületek miatt a maximális rendszerméret, amit a tetőn el tudunk helyezni nem haladhatja meg a 100 kWp-t.

Ezután szakcégekhez fordulva kértem ajánlatokat az adott rendszerméretre. Az első ajánlatnál még volt lehetőség hálózatba visszatáplálásra és szaldó elszámolásra, de sajnos idővel ez változott és csak úgynevezett visszawatt védelemmel ellátott rendszer engedélyeztethető. A visszawatt védelem egy inverter szabályozás, ami korlátozza a hálózatra visszatáplálás lehetőségét. Ez a megtérülést negatívan befolyásolja, mivel azokban az időszakokban amikor alacsonyabb az elektromos áramfogyasztás, mint a napenergiával megtermelt áram mennyisége, nem tudjuk hasznosítani a fölösleget, veszteség keletkezik.

A megfelelő kivitelező kiválasztása után az ajánlatokat megvizsgálva újabb számításokat végeztem először tetőre telepített napelemekkel majd a földi tartószerkezetes megoldással.

Ez utóbbi mellett köteleztük el magunkat a korábban említett belső rendelkezés miatt. Az is megállapítható, hogy a két megoldás közül bármelyik választás megfelel az elvárásoknak az

éves hozamban nincs jelentős eltérés. A piac kedvező változása miatt a beruházás költsége is konszolidálódott, így a megtérülés ideje is lecsökkenhet.

A megvalósuló rendszer névleges teljesítménye 93,81 kWp. 177 darab 530 W-os LONGI Solar LR5-66HTH-530M napelemből épül fel, aminek felülete 420 m². Huawei kommunikációs rendszerrel és napelemenként optimalizálóval lesz ellátva. Az inverter Huawei SUN2000-100KTL típusú. A tartószerkezet földi tartószerkezet, amely cölöpöléssel kerül rögzítésre és dél-keleti tájolása lesz. A PVGIS felületen elvégzett kalkuláció szerint az éves várható hozam 107168.64 kWh/év körül várható. Ha veszteséggel is számolunk akkor várhatóan 89 000 kWh valós eredményre számíthatunk. Ez megközelítőleg az egyharmadát fedezi az éves fogyasztásnak. Ezek alapján hozzávetőleg 5 év alatt kapjuk vissza a beruházás értékét villamos áram formájában.

Dolgozatom végén arra a következtetésre jutottam, hogy mindenképpen megéri a befektetést megvalósítani, így csökkentve az energiafelhasználást ezáltal a költségeket is. Érdemes elgondolkodni egy jövőbeni bővítésről, amennyiben változik a jelenlegi szabályozás.

6. Irodalomjegyzék

Barótfi I., Gyurkovics L.(1993) - Energiafelhasználói kézikönyv, Budapest: Környezet-technika Szolgáltató Kft.

Farkas I. (2003): Napenergia a mezőgazdaságban, Budapest Mezőgazda Kiadó

John Perlin: From Space to Earth(1999): The Story of Solar Electricity, Aatec Publications

Kacz K., Neményi M. (1998): Megújuló energiaforrások, Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó

Várad F. P. (2016): Van új a nap alatt - A napenergia térhódítása, Budapest: Móra Könyvkiadó

Varga Pál, Épületgépész 2014/4. - Hálózatra csatlakozó napelemes rendszerek

[Varga Pál - Napsugárzási adatok a napenergia-hasznosítás szemszögéből \(doksi.net\)](#), ENEO konferencia 2010

[Anonym, The Maricopa Solar Plant Project, USA, 2011](#)

- <https://www.power-technology.com/projects/maricopasolarplantar/?cf-view>

[Andrew Curry - Germany's solar-power success: Too much of a good thing? 2013](#) -

<https://grist.org/business-technology/germanys-solar-power-success-too-much-of-a-good-thing/>

[Anonym -Egy kis magyar szolár történelem 2015](#) - <https://www.eu-solar.hu/blog/egy-kis-magyar-szolartortenelem/>

[Jaeger-Waldau, A., Snapshot of photovoltaics – February 2022, EPJ PHOTOVOLTAICS, 2022, ISSN 2105-0716, 13, p. 9, JRC128395](#) -

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128395>

[Linh Truong, Promise of Solar Energy is Boundless: A Smarter Electric Grid Delivers on that Promise, 2008](#) - <https://research-hub.nrel.gov/en/publications/promise-of-solar-energy-is-boundless-a-smarter-electric-grid-deli>

Energiaügyi Minisztérium, 2024 - 2023-ban sosem látott mértékben bővült a hazai napenergia kapacitás - <https://kormany.hu/hirek/2023-ban-sosem-latott-mertekben-bovult-a-hazai-napenergia-kapacitas>

Ireks Stamag Kft honlapja <http://www.ireks-stamag.hu/r-lunk.htm>

MEKH honlapja - <https://www.mekh.hu/brutto-villamosenergia-termeles-megujulo-kategoriajanak-a-reszletezese>

Naplopó Kft honlapja: <https://naplopo.hu/images/letoltes/naplopo-tervezesi-segedlet.pdf>

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Varga Balázs Imre
A Hallgató Neptun kódja: LGRADU
A dolgozat címe: Napelemes rendszer megvalósítása az IREKS STAMAG Kft. telephelyén
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: **Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**
A konzulens tanszékének a neve: **Épületgépészei és Energetikai Tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Gődöllő 2024. év 03. hó 02. nap


Hallgató aláírása

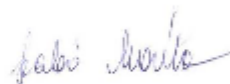
NYILATKOZAT

Varga Balázs (hallgató Neptun azonosítója: LGRADU) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024 év április hó 27 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.