

SZAKDOLGOZAT

**Györkös-Kolozsvári Julianna
Ilona**

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Energiagazdálkodási Szaktanácsadó Szak

Egy családi ház energetikai fejlesztése alternatív energiával

Belső konzulens:	Dr. Schrempf Norbert Attila egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	műszaki intézet épületgépészeti és energetikai tanszék
Külső konzulens:	Molnár Tibor vezető termékfejlesztő mérnök
Készítette:	Györkös-Kolozsvári Julianna Ilona

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET ÉPÜLETGÉPÉSZETI ÉS ENERGETIKAI TANSZÉK
Energiagazdálkodási specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Györkös-Kolozsvári Julianna Ilona (HVPP2P)

részére

A szakdolgozat címe:

Egy családi ház energetikai fejlesztése alternatív energiával

Feladatkiírás: Egy családi ház energetika fejlesztésének vizsgálata megújuló energia felhasználásával. A megújuló energiák közül a napenergia kiserőművi felhasználásának szemléltetése felhasználó oldaláról. A kezdeti beruházástól egészen a megvalósításig. Megvizsgálva a beruházással nyert energia függőség csökkenésének pontos mértékét. Javaslat tétel a rendszer további bővítési lehetőségeire.

Közreműködő tanszék: MATE Műszaki Intézet Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Molnár Tibor Vezető Termékfejlesztő Mérnök*, Gentherm Hungary Kft., 2084 Pilisszentiván, Bányatelep 14.

Belső konzulens: *Dr. Schremppf Norbert Attila egyetemi tanár*, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2024. március hó 23 nap

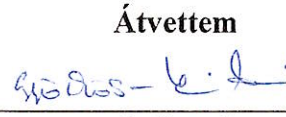
Gödöllő, 2024. március hó 23 nap


(tanszékvezető)

Jóváhagyom


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Budapest, 2024. 04 hó 02 nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	1
2. NAPENERGIA FOGALMA	3
2.1. NAPELEM TÖRTÉNETE	3
2.2. MAGYARORSZÁG ENERGIAELLÁTÁSA	4
2.3. MAGYARORSZÁG KÖRNYEZETI PROBLÉMÁI.....	5
2.4. MAGYARORSZÁG NAPENERGIA POTENCIÁLJA	5
3. A NAPELEMÉK FAJTÁI ÉS AZ INVERTEREK	7
3.1. MONOKRISTÁLYOS NAPELEM BEMUTATÁSA	7
3.2. POLIKRISTÁLYOS NAPELEM BEMUTATÁSA	9
3.3. VÉKONYFILM NAPELEM BEMUTATÁSA.....	10
3.4. INVERTEREK	11
4. HÁZTARTÁSI KISERŐMŰ TELEPÍTÉSÉNEK FOLYAMATA.....	13
4.1. HÁZTARTÁSI KISERŐMŰ ENGEDÉLYEZTETÉSE A SZOLGÁLTATÓNÁL.....	13
4.2. HÁZTARTÁSI KISERŐMŰ TERVEZÉSI FOLYAMATÁNAK FŐ KÉRDÉSEI	14
4.3. HAZAI TÁMOGATÁSI RENDSZER	15
4.4. SZIGETÜZEMŰ NAPELEMES RENDSZER	16
4.5. HÁLÓZATRA KAPCSOLT HIBRID RENDSZEREK	17
4.6. HÁLÓZATRA KAPCSOLT HIBRID ÜZEMŰ, DE SZIGETÜZEMRE IS ALKALMAS RENDSZER.....	17
5. CSALÁDI HÁZ ENERGETIKAI FEJLESZTÉSE.....	19
5.1. ELŐZMÉNYEK BEMUTATÁSA.....	19
5.2. NAPELEM PROJEKT.....	20
5.3. ENERGETIKAI SZÁMÍTÁSOK	28
5.4. GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK	33
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS FEJLESZTÉSI JAVASLATOK	37
7. ÖSSZEFOGLALÁS	39
8. IRODALOMJEGYZÉK	41
9. ÁBRAJEGYZÉK	44
10. TÁBLÁZAT JEGYZÉK.....	44

1. Bevezetés

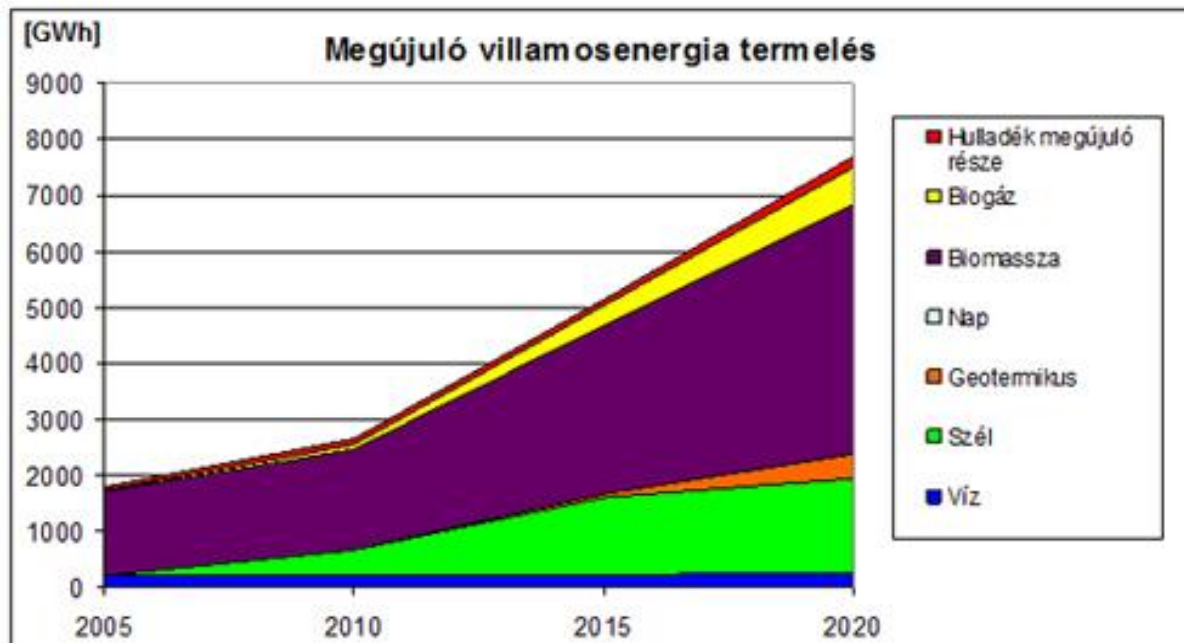
Földünket érintő legnagyobb probléma fókuszában a környezetünk megóvása szerepel, mely az emberi tevékenységnek köszönhetően egyre nagyobb szennyezettséget mutat. Annyi szennyező anyagot juttatunk a légkörbe, a talajba, hogy ha nem cselekszünk időben az emberiség léte el lehetetlenedik. A föld népessége 2030-ra elérheti a 8,5 milliárd főt, mely egyúttal azt is jelenti, hogy ezt az embertömeget táplálékkal és energiával kell ellátnia a komoly megpróbáltatásoknak kitett bolygónak. Nemcsak a lakosság növekedése okozza a gondot, hanem az emberiség technikai vívmányainak száma is. De ez nem feltétlenül tekinthető a környezetbarát technológiák előtérbe helyeződésének, itt is mint minden területen elsősorban a profitszerzés motiválja a gazdaság szereplőit. Oly mértékben nő az energiaszükséglet mind a fejlett, mind a fejlődő országokban, hogy gondot okoz a mindennapi létfenntartás. A verseny radikálisan kiéleződött, komoly küzdelem (háború) folyik a fosszilis energiahordozók birtoklásáért. Ebben a versenyben nem lehetnek győztesek és vesztesek, mert ezen energiahordozók forrása rohamosan csökken, míg húsz éve 300-400 évre becsülték a tartalékok kimerülésének idejét, ez a szám mára a túlzott felhasználás következtében a felére csökkent és ez bizonyított tény, nem pedig fikció. A megoldás a megújuló energiák felhasználásában rejlik, mely napjainkban a technológiák folyamatos fejlődésének köszönhetően, hatalmas piaci potenciált jelent. A felhasználni kívánt megújuló energiákat, nem kell kibányászni vagy finomítani, hiszen kölcsönhatások összessége, mely korlátlanul a rendelkezésünkre áll. Ezek olyan tiszta energiák, melyek nem szennyeznek tovább környezetünket. Társadalmunk szereplői megszokták a kényelmet és elvárják, hogy az energia folyamatosan rendelkezésre álljon, ennek legpraktikusabb szállítási formája a villamos energia, mellyel minden szükségletük kielégíthető és bármilyen formára átalakítható.

Ezért dolgozatomban ezzel az energiaformával kívánok foglalkozni, de fontos leszögezni, hogy a villamosenergia nem energia fajta, hanem csak átalakítási forma, mely megkönnyíti az energia szállítását. Ezt jól szemlélteti az 1. ábrán látható megújuló energiák megoszlása a villamosenergia termelésben. A szakirodalom feldolgozása során ismertetem a napenergia fogalmát és a napelem történetét, bemutatásra kerülnek a hazai környezeti problémák és a napenergiában rejlő potenciál. Szemléltetem a napelemek fajtáit és a köztük lévő különbségeket. A magyarországi szakképzési rendszer és a kormányzati célkitűzések bemutatása után kitérek a hazai szabályozási és támogatási rendszerre. Bemutatásra kerülnek a napelemes rendszerek és a működésükben lévő alapvető különbségek. A megújuló energiák közül a napenergia kiserőművi felhasználását szeretném szemléltetni a felhasználó oldaláról a

kezdeti beruházástól egészen a megvalósításig. Megvizsgálom a beruházással nyert energia függőség csökkenésének pontos mértékét. Javaslatoakat teszek a rendszer további bővítési lehetőségeire.

1. ábra Megújuló energiaforrások megoszlása a villamosenergia termelésében

(Forrás: [Online] <https://mgt.ehu/geotermikus-energia-magyarorszagon/> [2024.02.23.]



2. Napenergia fogalma

A napból érkező energia tiszta energia, a föld legfontosabb energiaforrása. A napból érkező energia kimeríthetetlen. „A Nap tulajdonképpen egy hatalmas fúziós atomreaktor, hiszen belsejében magfúzió, vagyis termonukleáris hőtermelés zajlik. A napsugárzásnak köszönhető a földfelszín és a levegő fölmelegítése, lehetővé téve ezzel a Földön a magasabb rendű élet kialakulását és fenntartását.” (Naplopó, [d.n.a])

Megjelenési formája szerint megkülönböztettük: közvetett és közvetlen hasznosítási formát.

Közvetett:

- szél,
- víz,
- biomassza,
- talajhő.

Közvetlen:

- passzív (építészet),
- aktív (fotovillamos – napelem, hőtermelés – napkollektor).

Minden megújuló energia léte közvetlenül a napenergiának köszönhető.

2.1. Napelem története

Időszámításunk előtt 287-212 Archimedes görög tudós tulajdonítja a szakirodalom a napenergia hasznosításának tényét, aki a rómaiak hajóhadának támadását, tükrökkel begyűjtve a nap sugarait lángra lobbantotta az ellenséges hajóflottát.

Egyes feljegyzések szerint már az inkák is használták szent ételeik elkészítésére a visszaverődő felületeken.

- 1601-1680 Athanesius Kircher rekonstruálta először sikeresen Archimedes kísérletét, melyet 1747-ig több tudós is sikeresen elvégzett, természetesen nem hajókon.
- 1770-ben Nicolas de Saussure elkészítette a termikus kollektor elődjén.
- 1991-1868 Claude Servais Pouillet volt az első tudós, aki megmérte a Földre érkező napsugárzást.
- 1868-ban Sir Henry Bessemer elkészítette réz és horgany olvasztására az első napkohót.
- 1878-as világkiállításra Augustin Mouchot napenergiás gőzgép által működtetett nyomdagépet mutat be.
- 1902-1908 napenergiával működő motor megépítése. (H.E. Willsei és John Boyle)
- 1904 Einstein fénykvantum teória megalkotása.

- 1913-ban 35 kW-nál nagyobb napenergiás gőzmotor elkészítése vízszivattyúzásra. (F. Shuman és C.V. Boys)
- A második világháború utáni időszakot felkészülési időszaknak tekinthetjük, mert számtalan konferencia megtartására került sor.
- 1954-ben előállították a szilícium szolár cellát.
- 1958-ban a technológiai alapot az űrutazásban elért teljesítmény teremtette meg.
- 1970-ben megkezdődik a piaci gyártás, de még csak korlátozottan, köszönhetően a magas előállítási költségeknek.
- Az igazi fordulatot az 1972-es olajválság okozza és 1972-1974 között Észak Chilében megépül az első napenergiával működő vízdesztilláló berendezés. (5000 nm, 22500 l)
- 1982-ben átadják az első 1 MW-os hálózatra termelő szolárparkot. (Kalifornia)
- 1983-ban az első 330 kW teljesítményű napelemes rendszer átadása. (Németország-Pellworm sziget)
- 1990 német hálózatra való táplálás törvénye.
- 1998 szintén Németországban elindítják a százezer tető programot.
- 2005-ben a világ érdeklődése megkezdődik a napelemek iránt.
- 2009 Európában megindul a napelemes rendszerek felépítése.
- 2010 elindul az Ázsiai tömeggyártás.

Napjainkra már megfizethető áron (bár még mindig komoly anyagi beruházást igényel), de a háztartások is megengedhetik maguknak a napelemek felhasználását. (Debreczeni, 2012)

2.2. Magyarország energiaellátása

Magyarország nem képes saját forrásból az ország energiaellátására, szüksége van importból származó behozatalra. Mivel ez az energia primer forrásból származik és nagyon drága és mind rövid mind hosszú távon függőségi helyzetbe kényszeríti az országot, ezért előtérbe helyeződött a megújuló energiaforrások hasznosítása. Valamint az UNIO-s tagsággal a károsanyagkibocsátás csökkentését is vállalta az ország. Ezen okok miatt Magyarország kiemelten törekszik az energiabiztonságra az energiapolitikája összeállításánál. 2012-ben a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium által kiadott Nemzeti Energiastratégia 2030 című dokumentumban rögzítették a szomszédos országokkal kötendő szoros együttműködés szükségességét az energiainfrastruktúrák összekapcsolása érdekében, melyet Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve is a legfontosabbnak tart kiegészítve az atomenergia és megújuló energia hasznosítással. Továbbá rögzíti, a hazai csúcsgények szavatolását és a

villamosenergia importját 2040-re 20% alá kívánja csökkenteni. További cél, hogy 2030-ra 60% legyen a nagyfeszültségű határkeresztvező átvitel bruttó beépített kapacitása. (Rákly & Tóth , 2015, 2006)

2.3. Magyarország környezeti problémái

Magyarország környezeti problémáit a múltban a mezőgazdasági és nehézipari tevékenység következtében keletkező környezetszennyezés jellemezte, gondolhatunk itt a kén-dioxidok, nitrogén-oxidok és ipari eredetű szennyvizek kibocsátására vagy a mezőgazdaságból származó műtrágya és növényvédőszer szennyezéseire. Mára ezek a szennyezések csökkentek, de az elhagyott és visszaadott ipari területeken csak napjainkban derül fény az ottmaradt anyagok valódi környezetkárosító hatására, mely azonnali megoldást igényel a terület újra hasznosítójától.

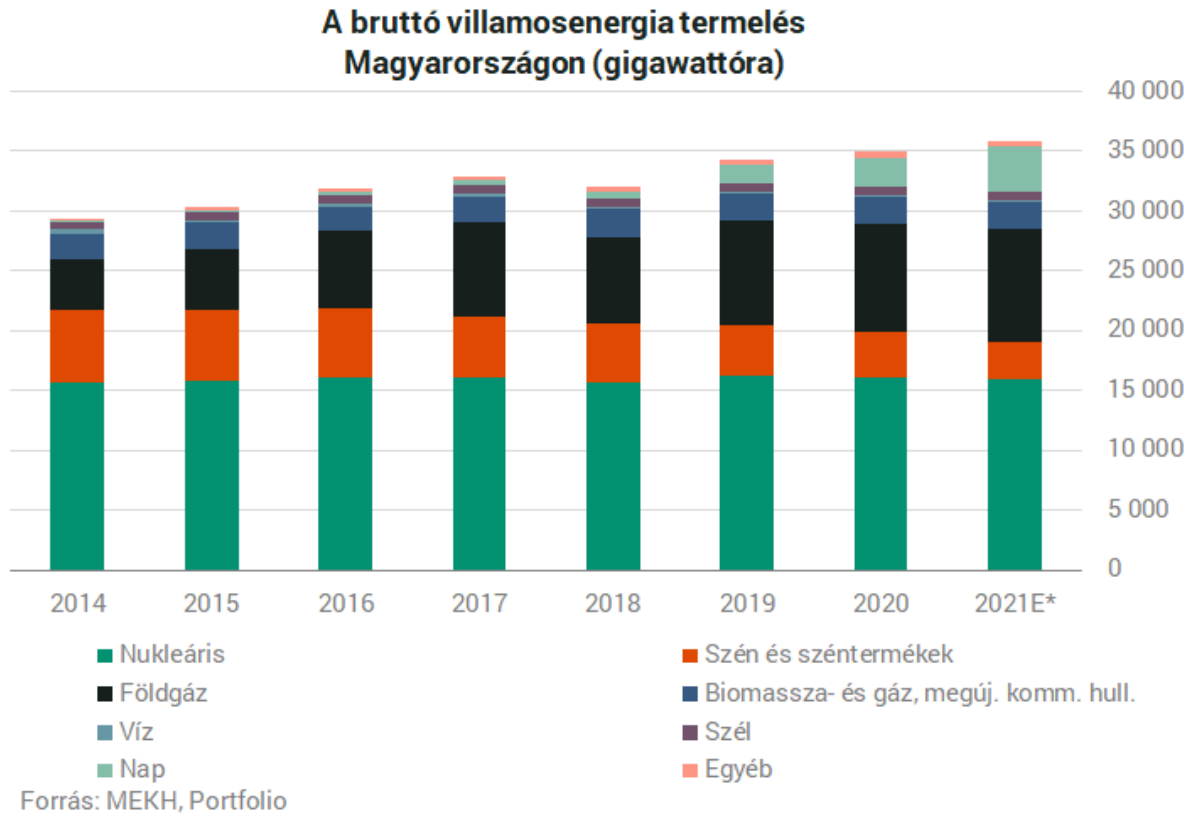
Továbbá megsokszorozódott a közlekedésből származó nitrogén-oxidok kibocsátása, valamint a kommunális hulladék mennyiségének drasztikus növekedése. A vidéki területek szennyvíz elvezetése és kezelése is komoly beruházásokat igényelne, de a több térségben jelentkező talajvízszint csökkenés is nehézségeket okoz. Az erdőkivágások rövid távú gazdasági hasznosítása és a facsemeték ültetésének hiánya, a bel- és árvízvédelemi rendszerek elhanyagolása. Megjelent egy új szennyezési forma is ez pedig a környezetszennyezés importja, mely azt jelenti, hogy direkt módon hulladék formájában, vagy környezetszennyező tevékenységet telepítenek át hazánkba. (Kereszty, 1998)

2.4. Magyarország napenergia potenciálja

Magyarország földrajzi elhelyezkedését tekintve (északi mérsékelt öv), az éves napsugárzási átlagot (~3,5 kWh/m²/nap) vizsgálva a közepes adottságú országok közé sorolható. Az ország adottságai nagyon kedvezőnek mondható, hiszen ez a legkedvezőbb értékhez viszonyítva 50-60%-os hasznosíthatósági értéket jelent. A szomszédos országok Ausztria vagy Németország, ahol ez az érték kevesebb, sikerrel valósítottak meg számtalan napelemes rendszer telepítést, sőt Németország 2010-ben az előkelő 5. helyet (Debreczeni, 2012) foglalja el világviszonylatban, az EU-ban, pedig az első. 2021-ben Magyarország rekord méretű fejlődést ért el az Európai mezőnyben és felzárkózott a 8.-9. helyre és 3000 MW közelébe emelkedett a napelemes rendszerekkel termelt energia tekintetében. (Major, 2022) A 2014-től a 2021 első negyedévéig tartó villamosenergia termelésre fordított fosszilis és megújuló energiafelhasználás megoszlását a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra Villamosenergia termelés megoszlása

(Forrás: [Online] <https://www.portfolio.hu/uzlet/20220217/a-nap-mellett-a-gazalapu-aramtermeles-is-nott-magyarorszagon-de-a-teljes-termeles-ketharmada-karbonsemleges-527389> [2024.02.25.]



Magyarország területére a földrajzi elhelyezkedésének köszönhetően évi 1300-1400 kWh/m²beérkező napsugárzásból, 1000-1200 kWh/kWp-t tud napelemekkel hasznosítani. Ennek az energiamennyiségnek hasznosítását befolyásoló tényezők:

- pontos földrajzi helyszín,
- napelemek irányultsága (tájolás, dőlésszög),
- árnyékolás,
- alkalmazási terület, felhasználás célja, kihasználtság, hálózatra táplálás lehetőségei,
- a tervezés, a kivitelezés és az alkalmazott berendezések minősége.

3. A napelemek fajtái és az inverterek

A napelemek két nagy csoportra oszthatóak, lehet kristályos és vékonyfilm. A kristályos további két csoportra osztható, ez a monokristályos és a polikristályos. A piacon használt legelterjedtebbek a kristályos napelemek köszönhetően a kifinomult technológiának.

A szilíciumot kvarchomokból nyerik melyet nagyon magas hőmérsékleten 1800 °C-ra hevítenek, ennek hatására létrejön a 98%-os tisztaságú folyékony szilícium. Ehhez a folyadékhoz szennyező anyagokat adnak, melynek alap szennyezettsége „p” (pozitív) típusú lesz, az így kapott rudakat szeletekre vágják. Ahhoz, hogy napcellákat lehessen előállítani szükség van „n” (negatív) rétegre is, ezért 850 °C-on foszfort adnak a szeletekhez és létrejön a szükséges n réteg. Az így létrejött fotovolatikus cella (PV-cella) már alkalmas lesz a napenergia hasznosítására. A napelem felépítését tekintve egy félvezető elemhez hasonló. (Kiss, 2020) Természetesen szükséges a pozitív és negatív cellák összeillesztése, melynek hatására elektronhiány alakul ki. A kapott cellákat sorba kötik így jön létre a napelem panel, mely általában 60-72 cellából áll. A paneleket több külső védőréteggel is ellátják. Természetesen lehetséges más anyagokból is napelem előállítása, de esetünkben csak a legelterjedtebbel foglalkozunk.

3.1. Monokristályos napelem bemutatása

Felépítését tekintve a szilíciumrúdból szeletelt lapokat rétegezve szerelik blokkban egymáshoz. A legpraktikusabb és egyben leggazdaságosabb megoldás az elhelyezés szempontjából a nyolcszög alak. Melyet a 3. ábra szemléltet. Hatásfok tekintetében ez a napelem fajta a legjobb 14-18 %, de csak a közvetlen napsurgárzás esetében, mert szórt fény esetén nem tudja megfelelően hasznosítani a beérkező sugarakat, további hátránya, hogy megfelelő dőlés szög és tájolás érzékeny. Gyártási technológiája a legmagasabb. Előnye, hogy könnyen és gyorsan szerelhető, de a teljesítménye kiemelkedő, kis felületre is szerelhető. Élettartama általában 30 év, de 25 évnél, már 80%-ra csökken a teljesítménye. Elterjedése kezdetben inkább az ipari felhasználásban volt gyakori, melyet a magasabb előállítási költség indokolt, de mára a háztartási fogyasztók esetében is ez a leggyakrabban használt típus.

3. ábra Monokristályos napelem

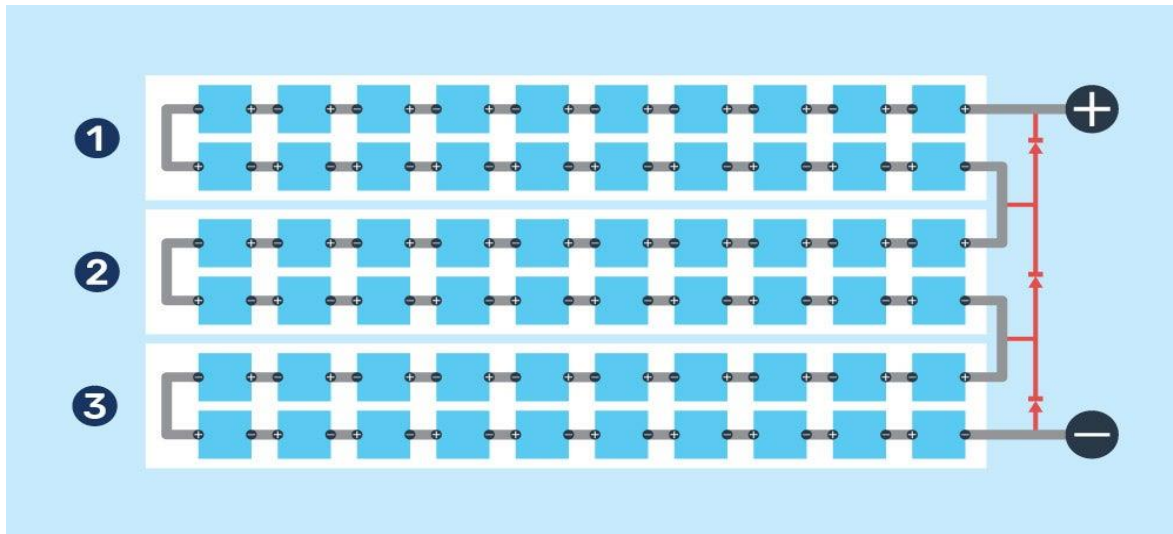
(Forrás: [Online] <https://napelemespanyazatok.hu/mono-vagy-polikristalyos-napelem/>
[2024.02.26.]



A monokristályos napelemeknél manapság létezik már felezett és harmadolt cellás elhelyezés is. A felezett cellás elhelyezés lényege, hogy a félbevágott napelemek téglalap alakú szilícium napelemek, amelyek felülete körülbelül a fele a hagyományos négyzet alakú napelemnek, és össze vannak kötve, hogy napelem modult (panelt) alkossanak. A hagyományos monokristályos napelemek általában 60-72 napelemből állnak (4. ábra szemlélteti a hagyományos elrendezést), így, ha ezeket a cellákat felére vágják, a cellák száma megnő. A félbevágott panelek 120-144 cellát tartalmaznak (5. ábra szemlélteti az elrendezést és a huzalozási módszert. Továbbá azt is láthatjuk, hogy maga a panel ketté van osztva, így összesen 6 cellacsoport van 3 helyett. A bypass dióda a panel közepén csatlakozik, nem az egyik oldalon, mint a 4. ábrán látható hagyományos vezetékezés esetében.), és általában PERC technológiával készülnek, amely nagyobb modulhatékonyságot kínál. A félbevágott napelemek előnye, hogy kevesebb energiavesztéget mutat az ellenállásból és a hőből, így a gyártók növelhetik a napelem teljes hatékonyságát. További előnye, hogy a napelem paneleket két különálló félre huzalozzák, így az egyik fele még akkor is megőrizheti a teljes teljesítményét, ha a másik fele árnyékolt. Bár a félbevágott cellák számos előnnyel járnak, drágábbak, mert nagyobb kihívást jelent a gyártásuk, gondolhatunk itt a forrasztási lépések számának növekedésére és lézervágással kiegészített technológia használatára. (Almerini, 2020) A panelek gyártási költségét csökkenti, hogy gyártási hibás cellának a felét használják fel mellyel az egész modul hatásfoka jobb lesz.

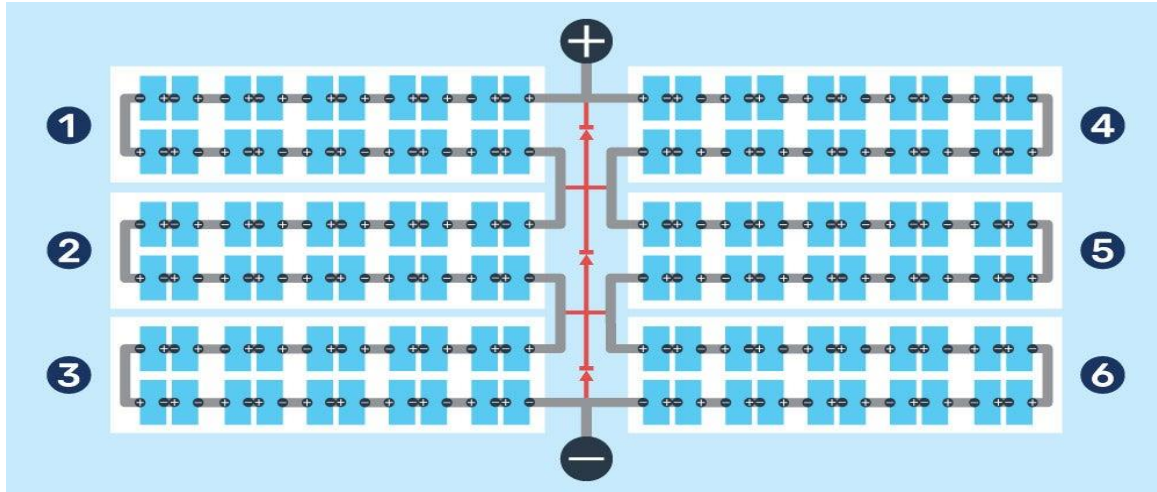
4. ábra Hagyományos elrendezés

(Forrás: [Online] <https://www.solarreviews.com/blog/half-cut-solar-cell-technology-explained> [2024.03.16.]



5. ábra Felezett elrendezés

(Forrás: [Online] <https://www.solarreviews.com/blog/half-cut-solar-cell-technology-explained> [2024.03.16.]



3.2. Polikristályos napelem bemutatása

Előállításukhoz öntött tömbkötésben lévő tömbkristályos szilíciumot használnak fel, ez a technológia azért szükséges, mert így kívánták csökkenteni az előállítás költségeit szemben a monokristályos napelemmel. Az újításnak köszönhetően a teljesítmény is megközelíti a monokristályosét, mely 13-15%, további eredményt jelent, hogy így az elem már nem olyan érzékeny a dőlés szögére és a szórt fényt is képesek hatékonyan feldolgozni. De hátránya, hogy magas hőmérséklet hatására csökken a teljesítményük. Szabad szemmel is könnyű

megkülönböztetni, köszönhetően a pikkely szerű elrendezésnek, melyet a 6. ábra szemléltet. Élettartamát tekintve itt is általában 30 évvel számolhatunk, de ugyanúgy mint, a monokristályos napelemnél a 25. évnél, már 80%-ra csökken a teljesítménye. A világon 5-10 évvel ezelőtt ez volt a leggyakrabban eladott fajta, a háztartási fogyasztók kedvelt terméke, ár-érték arány, valamint könnyű és gyors felszerelhetőségük miatt.

6. ábra Polikristályos napelem

(Forrás: [Online] <https://www.villanylap.hu/lapszamok/2014/marcius/2933-2014-03-17-08-46-06> [2024.02.26. 10:40])



3.3. Vékonyfilm napelem bemutatása

Már küllemre is jól megkülönböztethető az előzőleg bemutatott napelemektől, hiszen ott jól láthatóan elkülönülnek a kristályos gyártás során levágott lapok és sorba kötve láthatjuk őket, ennél a típusnál, melyet formája miatt is neveznek „amorf” modulnak, „ezeken a modulokon jól elkülönülnek az egyes cellák és az azokat összekötő alumínium csíkok. A vékonyrétegű technológiánál a félvezető réteg egy egységesen bevont réteggént jelenik meg, a rajta látható halvány csíkok valójában csak utólagos, lézeres bevágások a filmrétegen, ami a volt-ámpér arányok kedvezőbb beállítása miatt szükséges.” (Debreczeni, 2012) Működésükben nagyon hasonlítanak a kristályos szilícium elemekhez, az alapvető különbség a bennük található atomok közötti kötődés. Előnyük, hogy előállításuk olcsó és rétegeik vékonyabbak így mind

merev, mind rugalmas keretbe egyaránt elhelyezhetőek és jól tűrik a hőmérséklet emelkedést. A rugalmasságot a 7. ábra szemlélteti. Hátrányuk, hogy teljesítményük (hatásfokuk 8%) és élettartamuk alacsony általában 15 év. Továbbá hosszadalmas és drága a felszerelése és rossz idő esetén romlik a teljesítménye. (Debreczeni, 2012)

7. ábra Vékonyfilm napelem (Amorf modul)

(Forrás: [Online] <https://tokyosolar.hu/napelem/> [2024.02.26.]



3.4. Inverterek

Az inverter feladata, hogy a napelem által termelt egyenáramot váltóárammá alakítsa. A kapcsolástól függően, lehet 1 fázisú vagy 3 fázisú. De nem csak az áramátalakítás az inverter feladata, hanem a folyamatos monitorozás is. Így, ha bármilyen hibát érzékel a napelem működésében azonnal hibaüzenetet küld a felhasználónak. További feladata az adatgyűjtés és igény esetén képes vezérelni a saját fogyasztók bizonyos részeit. Élettartamát tekintve 5-15 éven belül cserélni szükséges, ez nem a teljes rendszer cseréjét jelenti, hanem bizonyos részek cseréjét, hiszen folyamatos igénybevételnek van kitéve.

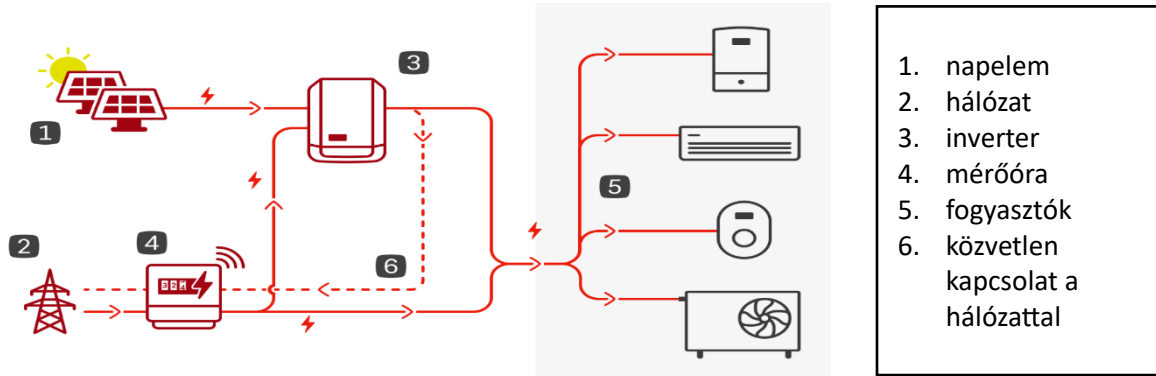
Üzem mód szerint az inverterek lehetnek:

- hálózatra kapcsolható, mely közvetlenül az elektromos hálózathoz kapcsolódik (8. ábra),
- sziget üzeműek, mely rendelkezik akkumulátoros üzemre alkalmas kialakítással (9. ábra),
- hibrid üzeműek, mind a két kialakítással rendelkezik (10. ábra). (Varga, 2023)
- mikro inverterek, melyek a fentiekkel ellentétben egyetlen panelt vezérelnek, Minden egyes napkollektorral párosított mikro inverter lényegében egy önálló napenergia-rendszert hoz

létre. (Unbound, 2019) (Bármelyik fenti üzemmódban működő inverter rendszerrel kompatibilis.)

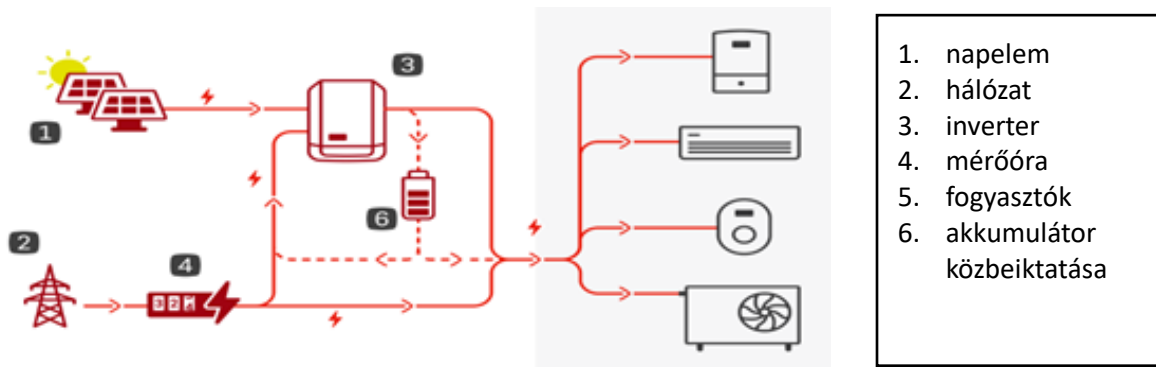
8. ábra Normál üzemmód

(Forrás: [Online] <https://www.eon.hu/hu/hmke/tudnivalok.html> [2024.02.26.]



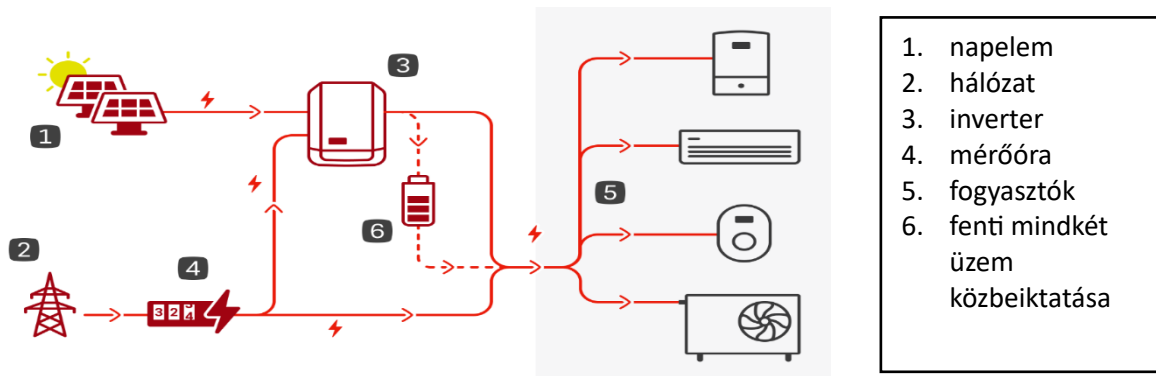
9. ábra Sziget üzemmód

(Forrás: [Online] <https://www.eon.hu/hu/hmke/tudnivalok.html> [2024.02.26.]



10. ábra Hibrid üzemmód

(Forrás: [Online] <https://www.eon.hu/hu/hmke/tudnivalok.html> [2024.02.26.]

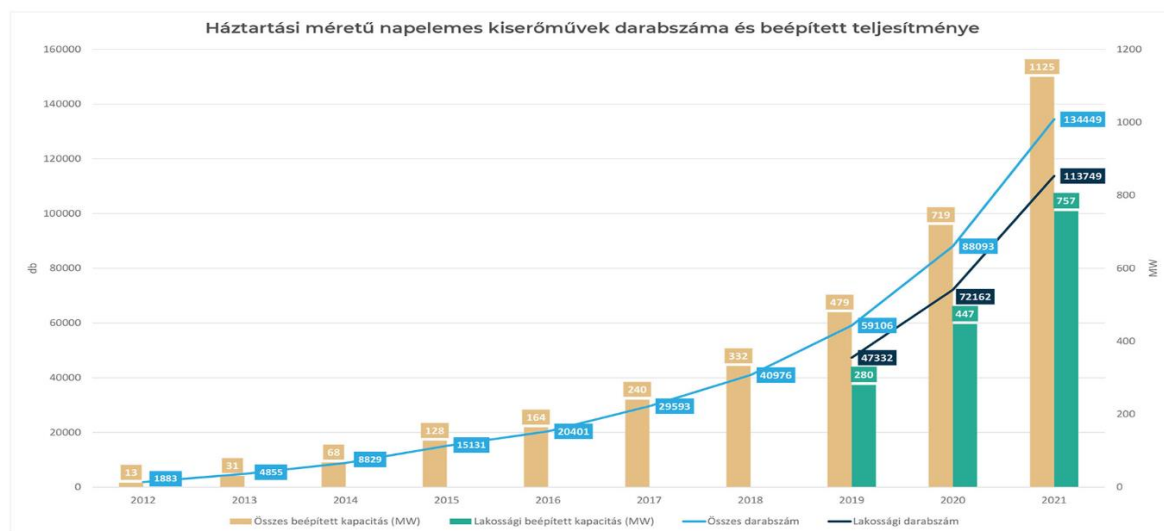


4. Háztartási kiserőmű telepítésének folyamata

Fontos hangsúlyozni, hogy Magyarországon nagymértékben növekszik a háztartási kiserőművek száma, köszönhetően a villamosenergia árak drasztikus növekedésének, a fogyasztók energia tudatos döntéseinek és a támogatási rendszernek. 2024-től az új építésű ingatlanokra kötelező lesz a 25%-os megújuló energiahányad biztosítása, ezzel is növelve/ösztönözve a háztartási kiserőművek számát. A kormányzat célja 2030-ra, hogy legalább kétszázezer háztartás rendelkezzen 4 kW teljesítményű tetőre szerelt napelemmel. (Hungary, 2023) A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 2022. március 25.-én közzé tett hivatalos jelentése szerint 2021 év végére már csaknem 135 ezer háztartási kiserőmű üzemelt 1127 MW beépített kapacitással. A 2012 és 2021 közötti növekedést a Hivatal honlapján található 11. ábra szemlélteti. (MEKH, 2022)

11. ábra Háztartási kiserőművek növekedésének száma 2021 év végére

(Forrás: [Online] <https://www.mekh.hu/2021-vegere-1127-mw-ra-nott-a-haztartasi-meretu-kiseromuvek-beepített-teljesitmenye> [2024.03.01])



4.1. Háztartási kiserőmű engedélyeztetése a szolgáltatónál

Napelemes rendszer engedélyeztetését csak az adott szolgáltatóval szerződésben lévő cég, vagy fogyasztói meghatalmazással megbízott vállalkozó vagy a tulajdonos szakember nyújthat be. Háztartási kiserőmű csak a szolgáltató által kerül engedélyezésre, ez nem építési engedély köteles kivitelezés. Más a helyzet az 50 kW-nál nagyobb teljesítményű rendszerek esetében,

hiszen az már kiserőművi rendszer és a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal hatáskörébe tartozik.

Ügymenet a következő:

1. Igénybejelentés benyújtása a villamosenergia szolgáltatónak.
2. A szolgáltató megvizsgálja a hálózat felvevő képességet és megküldi a műszaki gazdasági tájékoztatót, amely a csatlakozáshoz szükséges műszaki, pénzügyi és egyéb feltételeket tartalmazza. A megküldött tájékoztató elfogadására a kelteztől számított 3 hónap áll rendelkezésére a fogyasztónak, ha nem fogadja el akkor, új igénybejelentést szükséges benyújtani. Elfogadás esetén, a fogyasztónak 1 naptári év áll rendelkezésre a szerződések megkötésére.
3. Csatlakozási dokumentáció benyújtása. Fontos, hogy csak a Magyar Mérnöki Kamara által nyilvántartott aktív villamos szakirányú végzettséggel rendelkező mérnök (tervező) készítheti el. Valamint a fogyasztó megfizeti a meghatározott csatlakozási díjat. (MVM, 2024)

„A csatlakozási dokumentáció tartalma:

- csatlakozási dokumentáció kitöltött előlapja,
 - a telepítendő berendezések és a kívánt csatlakozási mód leírása,
 - az elszámolási mérőrendszer és a mérőhely kialakításának leírása és egyvonalas kapcsolási rajza,
 - védelmi beállítási értékek táblázata,
 - térképszelvényen jelölt telepítési hely, elhelyezési rajz,
 - tulajdoni lap, tulajdonosi hozzájárulás (ha a beruházó nem azonos a tulajdonossal),
 - egyvonalas kapcsolási rajz a tulajdoni határ és tulajdonosok megjelölésével,
 - termelői nyilatkozat.” (E.ON, 2024)
4. Fogyasztói munkálatok elvégzése, készre jelentés és az itt megjelölt szolgáltatási díjak megfizetése és megküldése a szolgáltatónak, valamint a 2-es pontban megkapott szerződés véglegesítése.
 5. Végezetül a szolgáltató hálózatra kapcsolja a fogyasztót.

4.2. Háztartási kiserőmű tervezési folyamatának fő kérdései

A napelemes rendszer tervezésének fő kérdései:

- mi a fogyasztó célja a napelemes rendszerrel,
- mennyi a havi/éves energiaszükséglet kWh-ban és ebből mennyit szeretne a napelemmel megtermelni magának,

- mekkora a beruházásra szánt keretösszeg és milyen ennek a megoszlása (önerő, pályázat és hitel aránya),
- hová szeretné a rendszert építeni/felhelyezni (teleknagyság, tetőnagyság),
- tetőre helyezés esetén statikai vizsgálat,
- tetőre helyezés esetén a tető fajtája (nyerges, lapos, tetőborítás)
- talajra helyezés esetén talajszerkezet vizsgálat,
- napos órák száma és ennek mennyi a tényleges fénytartalma,
- szélesség nagysága (fontos a szerkezet méretezése és stabilitása szempontjából),
- a téli átlagos hómennyiség (vastagság, tömörség, megmaradó hómennyiség),
- szükséges felmérések megtörténtek e (tető, telek),
- csatlakozási szándék bejelentése megtörtént e már a szolgáltató irányába,
- csatlakozási pont helye,
- van-e árnyékolás,
- mikor szeretnék a rendszert üzemképes állapotban használni a fogyasztók.

A fő kérdések tisztázása után, meg kell határozni a kiinduló alap adatokat, amelyek már sokkal részletesebben vizsgálják a napelemes rendszer telepíthetőségét. Itt megkezdődik a pontos felmérés, méretezés és fényképes dokumentálás. Ki kell jelölni az elektromos szereléshez szükséges fő helyeket, mint a villanyóra helye, inverter helye. Az inverter elhelyezésénél fontos, hogy olyan helyre kerüljön, ahol nem éri folyamatos napsugárzás és nem fülledt a klíma, hiszen ez árt a készüléknek. Nappályamodell elkészítése, árnyékolás pontos vizsgálata. El kell készíteni a telepítési tervet, figyelembe véve a helyi adottságokat. Ki kell választani a megfelelő modul és invertert. Ki kell számítani a szükséges anyagok mennyiségét (kábelek, tartókonzolok). (Debreczeni, 2012)

4.3. Hazai támogatási rendszer

A Nemzetközi Fejlesztési és Forráskoordinációs Ügynökség 2024. januárjában adta ki a Napenergia Plusz Program ((Tárolóval kiegészített lakossági háztartási méretű kiserőművek telepítésének támogatása) pályázati felhívását.

„Felhívás lehetőséget nyújt a saját tulajdonú lakóingatlannal rendelkező magánszemélyek, valamint a haszonélvezeti joggal, illetve a lízingszerződéssel rendelkező magánszemélyek számára, hogy vissza nem térítendő támogatással lakóépületeiket megújuló energiaforrással lássák el. A beruházással csökkenthető a hálózatról vételezett villamosenergia mennyisége. Ezáltal a támogatás a rezsicsökkentés újabb eleme és az üvegházhatású gázok kibocsátásának

visszafogásával a környezeti örökségünk megóvásához is hozzájárul. Eredményeként korszerűbb otthonokban lakhatnak a magyar emberek. Jelen Felhívás további kiemelt célja, hogy a napelemes bruttó elszámolás 2024. januári bevezetése után is folytatódjon a lakossági háztartási méretű kiserőművek telepítése. Jelen Felhívás célja a bruttó elszámolás logikája mentén az, hogy a háztartások saját célú termelését és felhasználását, valamint energetikai szempontú öngondoskodását ösztönözze, tehát cél a háztartások önellátás felé elmozdulásának fokozatos elősegítése. A Felhívás kedvezményezettjeinek lehetőséget biztosít megismerni és használni a modern villamosenergia-tárolókat. A Felhívás összhangban áll a hálózatfejlesztési tervekkel is, hiszen a helyben megtermelt energia termelése, tárolása, valamint elfogyasztása egy kiegyensúlyozottabb hálózatot eredményez, amellyel hosszú távon is biztosítható a rendszer ellátásbiztonsága.” (Energiaügyi, 2024)

A támogatás igénybe vehető családi ház, ikerház, sorház, maximum 6 lakásos társasház és szövetkezeti ingatlanok részét képező épületrészre vagy lakásra. A támogatás legfelső összege 5 millió forint, mely az elszámolható költségek maximum 66 %-a. A pályázat kötelező vállalásként előírja a beruházás önerejének biztosítását és a rendszer üzembehelyezéshez szükséges szolgáltatói csatlakozási engedély (szerződés) meglétét. További fontos momentum, hogy háztartási méretű kiserőmű telepítése „minimum 4, maximum 5 kW teljesítményű inverterrel, minimum 7,5 maximum 10 kWh kapacitású 7 tárolóval. A napelem panelek teljesítménye az inverter teljesítményének maximum 120%-a lehet.” (Energiaügyi, 2024) A pályázatra szükséges az előregisztráció, ha a pályázó nem várja meg az erre érkező jóváhagyást és megkezdi a beruházást, akkor a pályázata érvénytelen lesz. Ez a támogatás csak új beruházásra igényelhető, nem támogatott, a meglévő rendszer bővítése, átalakítása vagy cseréje. A pályázónak arra is figyelnie kell, hogy a kivitelező az elvégzett munka után minimum 10 éves rendszer, termék és kivitelezői garanciát vállaljon. (Hungary, 2023)

4.4. Szigetüzemű napelemes rendszer

A szigetüzemű napelemes rendszerek hazánkban nem mondhatóak elterjedtnek, ennek legfőképpen az lehet az oka, hogy drága és azokon a helyeken előnyös, ahol nincs közmű így a fogyasztó nem tud a villamosenergia hálózathoz csatlakozni. A neve is innen származik, hiszen ez egy hálózattól független sziget, amely képes önmaga ellátására. Alapvetően abban térnek el az eddig megismert napelemes rendszerektől, hogy a panelek által termelt és fel nem használt energiát képesek el tárolni. Ehhez olyan akkumulátorok szükségesek, melyek fedezik azokat az időszakokat, amikor a napelemek kevesebbet vagy egyáltalán nem termelnek. Központi szerepe van az inverternek, mely szintén eltér a hagyományos inverterektől, hiszen a megtermelt áramot

nem egy kétirányú óra felé továbbítja, hanem közvetlenül az akkumulátorba táplálja. Ennek a rendszernek az előnye, hogy hálózattól független, megbízható, mert nincsenek hálózati ingadozások vagy áramszünet és egyszerűen kezelhető. Hátránya pedig, hogy csak addig tudunk akkumulátorról áramot vételezni amíg az le nem merül, utána a háztartás áram nélkül marad. Problémát jelent a téli hónapok naphiánya is, hiszen a napelemeink nem képesek annyi energiát felvenni, mint amennyire ebben az időszakban szüksége lehet a fogyasztónak, így az akkumulátor használata mindenképpen szükséges. További hátránya, hogy az akkumulátorok élettartalma átlagosan 10 év és az új beszerzési ára igen magas, valamint az akkumulátor típusától függően változó helyigénnyel számolhat a felhasználó, minél nagyobb az akkumulátor kapacitása és mérete, esztétikailag a paramétereinek köszönhetően annál rosszabb képet mutat. (Napelem, [d.n.]

4.5. Hálózatra kapcsolt hibrid rendszerek

Hazánkban az éves szaldó elszámolás kivezetésre kerül és felváltja a 3 sávós bruttó elszámolás, melynek pontos összegszerű részletei még nem ismertek. (Világgazdaság, 2023) Az előzetes tájékoztatás alapján csak annyi biztos, hogy sávós rendszer kerül kialakításra (mely a rendszerhasználati díjra vonatkozó lesz). Jelenleg a napelemmel megtermelt villamos energia átvételi ára 5Ft/kWh a vételezett villamos energia ára pedig 36/70 Ft/kWh. Lehetőség nyílik az úgynevezett önfogyasztás optimalizált hibrid rendszer telepítésére. De ez a rendszer nem a szigetüzem és a hálózatra kapcsolt üzem keverékét jelenti, hanem azt, hogy a rendszer ki van egészítve egy energiatárolóval, akkumulátorral. Így a rendszer képes a napfénymentes időszakokban az energiaigényt az akkumulátor segítségével kiszolgálni, pótolni. Az energiatároló valódi *„célja az, hogy a napelemekkel megtermelt energiát minél nagyobb részarányban az épület önmaga használja fel. Az energiatároló tehát abban segít, hogy a napelemekkel megtermelt energia kisebb részarányban kerüljön visszatáplálásra a hálózatba, és így a hálózatról vételezett energia mennyisége is csökkenjen.”* (Naplopó, [d.n.b]) Jelen szabályozás mellett ezeknek a rendszereknek az ára már nem is tekinthető olyan magasnak, mint néhány évvel ezelőtt.

4.6. Hálózatra kapcsolt hibrid üzemű, de szigetüzemre is alkalmas rendszer

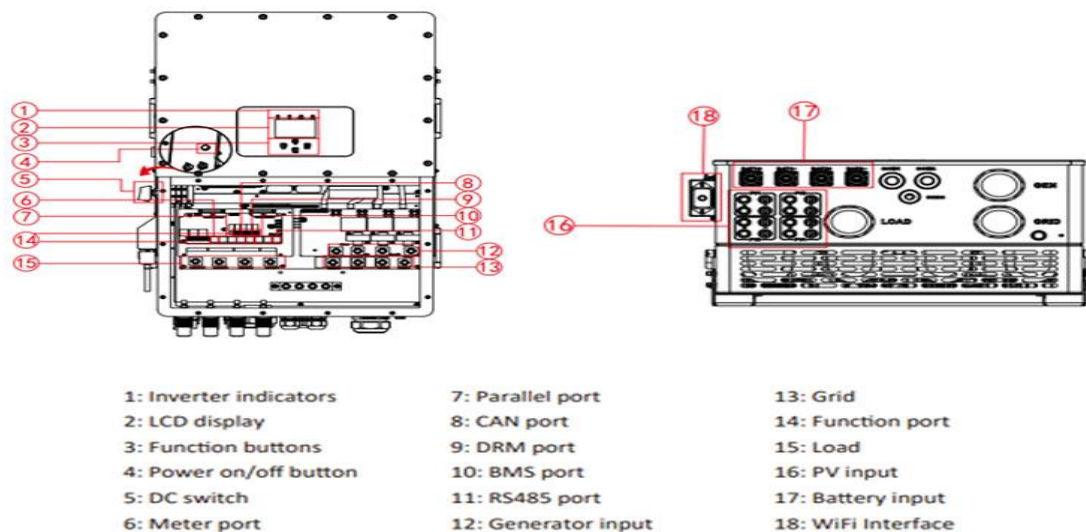
Ez a fajta műszaki megoldás sajnos még szürke zóna Magyarországon. Az előző részben tárgyalt rendszerrel a hasonlósága, hogy rendelkezik hibrid üzemre alkalmas inverterrel és energiatárolóval, mely nem csak a napfénymentes időszakban alkalmas a használatra. A működésének lényege a biztonságos leválasztásban rejlik, hiszen áramszünet esetén is képes a

szigetüzemnek köszönhetően üzemeltetni a napelemes rendszert. A hangsúly a biztonságos leválasztáson van, mert áramszünetkor le kell válnia a közcélú elektromos hálózatról és vissza is kell a későbbiek folyamán csatlakoznia és minezt úgy kell megtenni, hogy ne veszélyeztesse a hálózati fogyasztók energiaellátását. Összefoglalva áramszünet esetén a napelemes rendszerrel rendelkező fogyasztók nem táplálhatnak rá az elektromos közcélú hálózatra. Ez az a sarkalatos pont melyet a 12. ábra Deye 3-Phase Hybrid HV Inverter direkt szünetmentes kimenete szemléltet, ahol:

- GEN: generátor/kapcsolt másik inverter, amit fáziseltolással irányít;
- Load: a szünetmentes kimenet;
- GRID: ez a hálózat, ha innen eltűnik a feszültség akkor ezt a részt ő galvanikusan izolálja (feszültség figyelés marad). (Solar, [d.n.]

12. ábra 50kW Deye 3-Phase Hybrid HV Inverter direkt szünetmentes kimenete

(Forrás: [Online] <https://jcsolarpanels.co.za/shop/solar-inverters/hybrid-inverters/50kw-deye-3-phase-hybrid-hv-inverter/> [2024.03.17.]



Ábramagyarázat:

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1. inverter mutatók | 7. párhuzamos bemenet | 13. hálózat |
| 2. LCD kijelző | 8. CAN bemenet | 14. funkció bemenet |
| 3. funkciógombok | 9. DRM bemenet | 15. védendő fogyasztók |
| 4. ki/be kapcsoló | 10. BMS bemenet | 16. PV bemenet |
| 5. DC kapcsoló | 11. RS485 bemenet | 17. akkumulátor bemenet |
| 6. külső áram mérő | 12. generátor bemenet | 18. WIFI felület |

5. Családi ház energetikai fejlesztése

5.1. Előzmények bemutatása

A tulajdonos birtokában van egy 23. kerületi 1970-ben épült 214,94 m² és 593 m³ alapterületű két szintes családi ház.

Jelenlegi állapot:

- nyeregtető,
- ~215 négyzetméter,
- 6 szoba.

Eddig elvégzett korszerűsítés:

- alapterületbővítés (a földszint terének növelése)
- a részleges területbővítés üvegezett felülettel való ellátása, mely 3 rétegű üveg,
- részleges külső falszigetelés.

A fenti felújítási munkákon kívül egyéb korszerűsítés nem történt, ennek okán a tulajdonosok energia költségei igen magasak, melyek a következőképpen oszlanak meg.

Villamosenergia évi átlagköltsége: 29 029 Ft / hó. (az éves villamos energiafogyasztásuk 6222 kWh, ennek alapján jelenlegi szabályozás szerint 2523 kWh-ig 35,293 Ft, tehát 89 044 Ft, az e feletti fogyasztás 3699 kWh melynek ára 70,104 Ft, ami 259 315 Ft így összesen kapjuk meg az éves 348 359 Ft-os költséget)

Gázfogyasztás 41 500 Ft / hó. (az éves gázfogyasztás 2160 m³, tehát 1729 m³-ig 102 Ft, ami 176 358 Ft/ év, e feletti fogyasztás 431 m³ a 747 Ft-os áron, ami 321 957 Ft, így megkapjuk az éves 498 315 Ft-os költséget.)

Így a család éves energiaköltsége: 846 674 Ft

Az ingatlant 4 fő lakja (2 felnőtt és 2 gyermek). A fűtés gázkazán biztosítja. A melegvíz ellátást biztosító bojler, a világítás és egyéb további háztartási berendezések energia ellátása közcélú villamos hálózatról történik.

A beruházási szándék oka elsősorban az energia költségek csökkentése, valamint a ház energetikai korszerűsítése mely egyben a ház értékét is növeli. Az 1970-es években amikor a hasonló családi házak épültek nem voltak szempontok a mostani energetikai előírások, mivel akkoriban az energiaárak igen alacsonyak voltak így elmondható, hogy jelenlegi állapotában az ingatlan átlagosan korszerűsített.

Hosszas mérlegelés után a család napelemes rendszer kiépítése mellett döntött. A napelemek elhelyezésére a tetőt jelölték ki.

A ház a következő 1. táblázat szerinti mért paraméterekkel rendelkezik.

1. táblázat A családi ház helyiségeinek pontos mérete

(Forrás: Saját szerkesztésű)

Helység szám	Megnevezés	Nagyság (m ²)
Fsz1	Szoba	18,55
Fsz2	Szoba-közlekedő	33,37
Fsz3	WC	1,68
Fsz4	Előtér-közlekedő	19,49
Fsz5	Szélfogó	6,86
Fsz6	Fürdőszoba	7,2
Fsz7	Konyha-étkező	31,74
Fsz8	Lépcsőház	6,82
Fsz9	Szoba	18,55
Em1	Raktár	3,74
Em2	Előtér-lépcső	28,865
Em3	Szoba	13,59
Em4	WC	1,76
Em5	Fürdő	4,18
Em6	Szoba	18,55
Összesen		214,945

A jövőbeni fejlesztés szempontjából a család még átgondolja a padlófűtési lehetőséget, melyet nagy valószínűséggel egy levegő – víz hőszivattyús megoldással kíván megvalósítani. Erre is támpontként szolgál az 1. táblázat.

5.2. Napelem projekt

Miután a család meghatározta a napelemes rendszer kiépítésének alapvető célját, mely az energiahatékonyság és költségcsökkentés szükséglete, megkezdte a rendszer beszerzésének és kiépítésének információs háttéranyagának összegyűjtését. A napelemes rendszer kiépítéséhez nélkülözhetetlen a fogyasztók és az általuk fogyasztott energiamennyiség éves meghatározása, melynek jelenlegi mennyisége ~6300 kWh, ezt a 2. táblázat szemlélteti, ahol a havi fogyasztás is megjelenítésre került. A család ennél magasabb energia fogyasztással számol, mivel a fűtési hőszükségletet részben klímák segítségével kívánják kiváltani, ezért a villamos energia mennyiségét 9000 kWh-ban határozzák meg, köszönhetően az érvényben lévő nullszaldós elszámolásnak. A család a beruházást részben önerőből, részben pedig a 2022-ben érvényben lévő otthonfelújítási támogatásból kívánta finanszírozni, melynek maximális mértéke 3 millió forint. A tulajdonosok a támogatás igénybeviteléhez szükséges összes előírásnak megfelelnek.

2. táblázat Jelenlegi villamos energia fogyasztó berendezések

(Forrás: Saját szerkesztésű)

Fogyasztó	Fogyasztás (kWh/év)	Fogyasztás (kWh/hó)
Mosógép	121	10,1
Hűtő	248	20,7
Fagyasztó	248	20,7
Főzőlap	720	60
Hálózati adattároló	248	20,7
Access points	207	17,2
Router	86	7,2
Kamera 1	47	4
Kamera 2	86	7,2
Switch	86	7,2
Bojler	1920	160
Kazán (villamos része)	518	43,2
Monitor	253	21,1
Laptop	259	2,6
Elektromos pince fűtés	648	52
Világítás	346	29
Ventilláció	108	9
Akvárium	72	6
Mosógép	121	10,1
Hűtő	248	20,7
Összesen	6222	528,7

A következő lépésben meg kellett határozni, hogy hová legyen telepítve a napelem, illetve, hogy pontosan mekkora teljesítményt szeretnének elérni a használatával. A kertben a család semmiképpen nem szerette volna a napelemek elhelyezését, mivel sem méretében sem árnyékoltsága miatt, erre a célra nem volt hasznosítható, ezért a ház tetejére kívánta felhelyezni a napelemeket. A tető mind szerkezetileg mind méretében megfelelőnek bizonyult. A piacon jelenleg kapható napelemek közül a család a félcellás monokristályos napelemet választotta.

A döntésük okát a 3. táblázat tartalmazza, ahol összehasonlították a piacon jelenleg kapható napelemek előnyeit és hátrányait a számukra fontos szempontrendszer szerint. Melynek fókuszában a teljesítmény és megbízhatóság szerepelt.

3. táblázat Napelemek rangsora

(Forrás: Saját szerkesztésű)

Napelem fajtája	Polikristályos	Monokristályos hagyományos	Monokristályos félcellás
Hatékonyság	13-15%	14-18%	20-22%
Élettartam	25 év	25 év	25 év
Közvetlen sugárzás hasznosítása	igen	igen	igen
Szórt fény hasznosítása	nem	nem	igen
Élettartam végi veszteség	80%	80%	80%
Szerelhetőség	könnyű, gyors	könnyű, gyors	könnyű, gyors
Cellák száma	60 db	60-72 db	120-144 db
Panelek kötése	sorban	sorban	sorban

A továbbiakban több árajánlatot is bekértek napelemes cégektől, hogy pontosan meg határozzák a tetőre helyezhető napelemek számát és ismertessék velük a beszerzendő napelemek pontos elhelyezését.

A háztető tájolása:

- dél-nyugat 40 m² szabad felület,
- észak-kelet 60 m², de ez nem teljesen hasznosítható, mert tetőablak és kémény is található a felületen.

A fentiek figyelembevételével a felrakható napelemek száma:

- dél-nyugat 18 darab 385 Wp teljesítményű (1776 x 1052 x 35 mm panellel számolva, melynek 34 m² a helyigénye),
- észak-kelet 15 darab 385 Wp teljesítményű (1776 x 1052 x 35 mm panellel számolva, melynek 28 m² a szükséges helyigénye).

Mivel a ház tájolása a napelemek teljesítményének szempontjából ideálisnak tekinthető, bár a legideálisabb, a 30-40 fok közötti beállítás, déli irányban. Merőlegesen kell érje a felületüket a napfény, tehát a beesési szög mindig 90° legyen. Dél- dél-nyugati irány az ideális, hisz akkor inkább délután éri jobban a napfény. A napelemeket a nyári mozgáshoz érdemes igazítani, hiszen akkor éri a legtöbb napfény őket. A legjobb déli irányú tájoláshoz képest a dél- kelet vagy dél- nyugat irányú telepítés kb. 5%-os veszteséget okoz. A nyugati vagy keleti tájolás pedig 15%-os veszteséget okoz.

A kivitelező cég a 4. táblázat szerinti napelemes rendszert ajánlotta.

4. táblázat Kivitelezői ajánlás

(Forrás: Saját szerkesztés)

Megnevezés	Darabszám	Tájolás	Azimut	Dőlés szög
1776 x 1052 x 35 mm félcellás panel	18	dél-nyugat	49°	16°
1776 x 1052 x 35 mm félcellás panel	15	észak-kelet	-131°	16°
Inverter 10 kW	1	-	-	-

Az általa ajánlott rendszerrel a 5. táblázat szerinti fogyasztási értékeket tudja szavatolni. A 1 évre számított PV hozam 13 133,87 kWh, a fogyasztásra 10 670,00 kWh, veszteség nincs és a saját fogyasztás 4497,37 kWh. A napelemekre 12 év termék és 25 év lineáris teljesítmény kimeneteli garanciát vállalnak. A napelemek mono félcellásak, egy elemen 120 darab cella 6 x 20-as elrendezésben. A félcellás napelem legnagyobb előnye, hogy kevesebb energiavesztést mutatnak az ellenállásból és a hőből, így a gyártók növelhetik a napelem teljes hatékonyságát. További előnye, hogy a napelem paneleket két különálló félre huzalozzák, így az egyik fele még akkor is megőrizheti teljes teljesítményét, ha a másik fele árnyékolt, amely esetünkben az észak-keleti tető részen minimálisan fennáll, így a felhasználó szempontjából kiemelt jelentőséggel bír. Szerviz költség nincs, de javasolják az évenkénti 1 alkalmas napelem tisztítást melynek költsége 25 000 Ft/alkalom.

5. táblázat Szavatolt hozam és fogyasztási értékek

(Forrás: Saját szerkesztés)

Hónap	PV Hozam (kWh)	Fogyasztás(kWh)	Veszteség (kWh)	Saját fogyasztás(kWh)
Január	346,49	600,00	0,00	180,94
Február	620,26	600,00	0,00	231,06
Március	1018,87	1500,00	0,00	611,78
Április	1406,18	1000,00	0,00	469,25
Május	1806,02	800,00	0,00	469,6
Június	1888,09	600,00	0,00	374,71
Július	1882,19	750,00	0,00	453,47
Augusztus	1633,55	750,00	0,00	424,64
Szeptember	1131,06	750,00	0,00	363,67
Október	760,17	1000,00	0,00	374,58
November	375,59	1650,00	0,00	347,5
December	265,41	670,00	0,00	169,16
Összesen	13 133,87	10 670,00	0	4497,37

Az inverter műszaki paraméterei a következők:

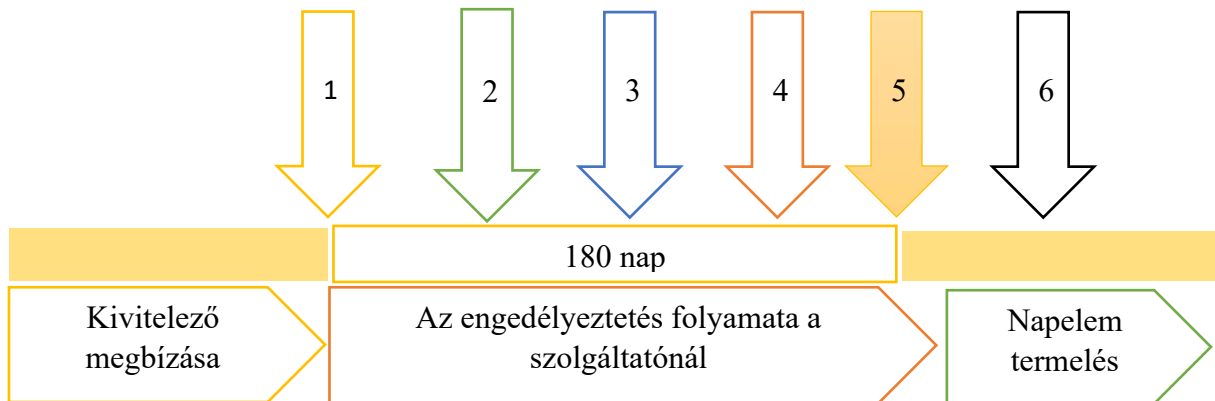
- méret: 525 x 470 x 166 mm,
- üzem közbeni zajszint: 29 dB,
- maximális üzemeltetési magasság: 4000 m,
- üzemeltetési hőfok: -25°C és $+60^{\circ}\text{C}$ között,
- tárolási hőfok: -40°C és $+70^{\circ}\text{C}$ között,
- tárolási páratartalom: 5–95% relatív páratartalom (nem kondenzáló),
- maximális hatékonysága 98,6%
- maximális bemeneti feszültség: 1100V,
- maximális bemeneti áram (MPPT-nként): 11A,
- maximális rövidzárlat áram (MPPT-nként): 15A,
- minimális üzembhelyezési feszültség: 200V,
- MMP feszültség hatótávolsága: 140 – 980V,
- teljes terhelés MPPT feszültség hatótávolsága: 470 – 850V DC,
- névleges bemenet feszültség: 600V,
- maximális bemenetek száma: 2,
- MPPT-k száma: 2,
- akkumulátor normál feszültség: 600 Vdc,
- maximális DC táp karakterlánconként: 11 000 W
- névleges teljesítmény: 15,2A (380V) / 14,5A (400V).

Az inverterre a gyártó 10 év termékgaranciát vállal és az inverter élettartamát 20 évben határozta meg. A teljes beruházás bruttó költsége: 4 700 000 Ft.

Az ajánlat tartalmának megbeszélése után a család a rendszer telepítése mellett döntött, melynek elméleti ütemterve a szolgáltatóhoz való csatlakozási és engedélyezési folyamatának legoptimálisabb esetét a 13. ábra szemlélteti. A szolgáltatók közt igen nagyok lehetnek az időbeni különbségek, 180 naptól a 365-ig. A lent felsorolásra kerülő napok száma a 180 naphoz hozzáadódik, így növelve a csatlakozási folyamatot.

13. ábra Csatlakozási folyamat sémája

(Forrás: saját szerkesztésű, MVM honlapja alapján)



1. Csatlakozási igény bejelentése (a szolgáltató műszaki vizsgálatot tart és kiadja a tájékoztatását mely megközelítőleg 30 napot vesz igénybe.
2. Terv készítése, melyre 90 nap áll rendelkezésre.
3. Terv beküldése (a szolgáltató 15 napon belül megvizsgálja és jóváhagyja a tervet).
4. Rendszer telepítése mérőhely előkészítése.
5. Készre jelentés (a szolgáltató megküldi a szerződés és időpontot egyeztet 15 napon belüli időpontra, hogy elvégezze a mérőcserét.)
6. A rendszer üzembe helyezése.

A napelemek helyének meghatározása már a kezdetekben megtörtént, így a továbbiakban az inverter helyét kellett meghatározni, ahogy a műszaki paramétereknél is leírta a gyártó nem lehet közvetlen napsugárzásnak kitett helyre felszerelni, ezért a pincében került elhelyezésre.

Az elkészült napelemek fényképei a 14, 15-ös ábrán láthatóak. Az inverter a 16. ábrán látható.

14. ábra Észak-keleti 15 darab napelem

(Forrás: Tulajdonos saját fényképe)



15. ábra Dél-nyugati 18 darab napelem

(Forrás: Tulajdonos saját fényképe)



16. ábra Inverter elhelyezése

(Forrás: Tulajdonos saját fényképe)



Vizsgáljuk meg, hogy a napelemes rendszer 1 év alatt mekkora termelést eredményezett?

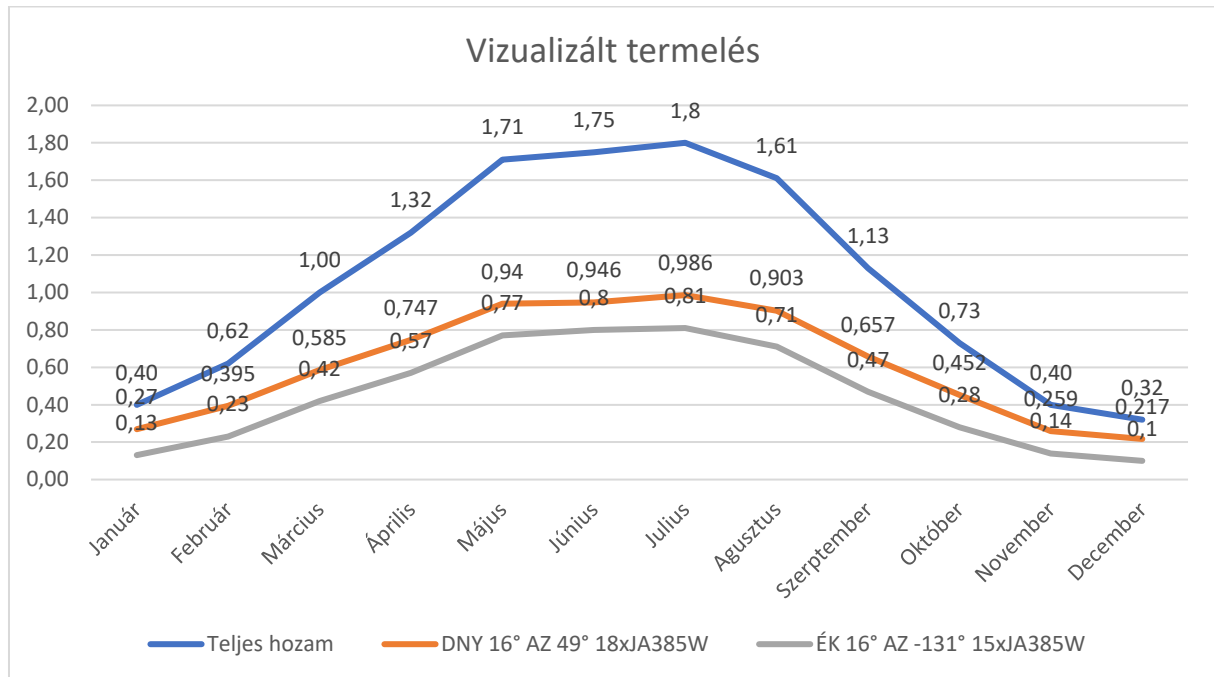
A tulajdonostól kapott 2023 évre vonatkozó adatszolgáltatás alapján:

- a dél-nyugati 18 darab napelem éves termelése 7357 kWh,
- az észak-keleti 15 darab napelem éves termelése 5430 kWh,
- mely mindösszesen 12 787 kWh eredményezett.

A kapott összes kWh érték a gyártói előrejelzés szerinti 13 133,87 kWh, ennek az eredményezett 12 787 kWh a 97,36%-a, mely kiváló eredménynek tekinthető. A 17. ábra szemlélteti a részletes adatokat.

17. ábra Vizualizált éves termelés

(Forrás: tulajdonos adatszolgáltatása alapján, saját szerkesztésű) (Almerini, 2020)



A fenti 17. ábrán látható a két egység közti teljesítmény különbség. Az észak-keleti panelek tájolásából adódó minimális veszteséget jól szemlélteti a grafikon. Összességében elmondható, hogy a beruházás napelem termelési oldal hozta a hozzá fűzött reményeket. A továbbiakban az energetikai jellemzőket és gazdaságossági mutatókat vizsgálom meg.

5.3. Energetikai számítások

A napelemek felhelyezése után vizsgáljuk meg a ház energetikai jellemzőit.

A házra vonatkozó energetikai számításokat táblázatba rendezve mutatom be. A rétegrendek belülről kifelé haladva centiméterben a következők:

Talajra fektetett padló:

- Csempe 1,
- ragasztóréteg 0,5,
- aljzatbeton 6,
- kavicsfeltöltés 20.

Belső födém (lefelé hűlő):

- Csempe 1,
- ragasztóréteg 0,5,
- gerendás födém 30,

- mészvakolat 1.

Padlásfödém:

- üvegyapot 15,
- Masterfol CLASSIC ALU alátétfólia 0,1,
- Zárt légréteg szokványos függőleges 2,5,
- tiszta gipszlapok 1,25.

Külső fal (fűtött terek közt):

- mészvakolat 1,5,
- kevéslyukú égetett téglá 25,
- mészvakolat 1,5.

Belső fal (fűtött terek közt):

- mészvakolat 1,5,
- kisméretű tömör agyagtégla 12,
- mészvakolat 1,5.

Padló (talajra fektetett).

- Csempe 1,
- ragasztóréteg 0,7,
- aljzatbeton 8,
- Polietilén fólia 0,02,
- Austrotherm AT-N100 12,
- vasbeton 30,
- Bitumenkenés 2x melegen 0,8,
- aljzatbeton 10.

Belső födém (lefelé hűlő):

- laminált padló 1,
- alátét filc 0,3,
- aljzatbeton 6,
- Polietilén fólia 0,02,
- Rockwool Steprock HD 3,
- vasbeton 22,
- Baumit Gipszes Glett Fehér 0,1.
- Beltéri Diszperziós Festék Forte 0,01.

Tető:

- WPC burkolat 2,
- kiszellőző légréteg szokványos függőleges 5,
- felületszivargó lemez 0,8,
- PVC fólia 0,15,
- BACHL PIR ALU 12,
- vasbeton 22,
- Baunit gipszes glett Fehér 0,1,
- beltéri diszperziós festék forte 0,01.

Padlásfödém:

- fenyőfa rostokra merőleges 2,5,
- mastermax 3 CLASSIC 0,1,
- ISOVER FORTE 10,
- ISOVER FORTE 15,
- Masterfol CLASSIC ALU 0,1,
- zárt légréteg szokványos függőleges 3,
- tiszta gipszlapok 1,25.

Külső fal:

- Baunit nemes vakolat dörzsölt 0,5,
- Baunit DuoContact 0,3,
- Austrotherm AT-H80 10,
- Baunit könnyű alapvakolat 1,
- POROTHERM 30 N+F M100 habarcs 30,
- Baunit Uni vakolat 1.

Belső fal (fűtött terek közt):

- Baunit Uni vakolat 1,
- POROTHERM 30 N+F M100 habarcs 30,
- Baunit Uni vakolat 1.

Tető:

- bitumenes zsindely 0,2,
- fenyőfa rostokra merőleges 2,5,
- kiszellőző légréteg szokványos függőleges 5,

- Mastermax 3 CLASSIC 0,1,
- kiszellőző légréteg szokványos függőleges 20,
- ISOVER FORTE 25,
- vasbeton 22,
- Baunit gipszes glett fehér 0,1,
- beltéri diszperziós festék forte 0,01. (Baumann, et al., 2009)

A ház határoló szerkezeteinek számított adatait az 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat Határoló szerkezetek

(Forrás: Saját szerkesztés)

Megnevezés	Tájolás	Hajlásszög (°)	U (W/m ² K)	U* (W/m ² K)	A (m ²)	ψ (W/K)	L (m)	AU*+L (W/K)	Aü (m ²)
külső fal	ÉK	függőleges	0,421	0,421	19,3	-	-	8,1337	0,00
külső fal	ÉK	függőleges	0,298	0,298	10,5	-	-	3,14	0,00
ablak (külső)	ÉK	függőleges	1,5	1,4314	6,8	-	-	9,6617	5,4
ablak (külső)	ÉK	függőleges	1,15	1,1082	1,8	-	-	1,9947	1,4
ajtó (külső)	ÉK	függőleges	1,8	1,8	2,4	-	-	4,32	0,00
külső fal	DK	függőleges	0,421	0,421	78,4	-	-	33,027	0,00
külső fal	DNY	függőleges	0,421	0,421	21,1	-	-	8,8684	0,00
külső fal	DNY	függőleges	0,298	0,298	4,7	-	-	1,4801	0,00
ablak (külső)	DNY	függőleges	1,5	1,4314	4,9	-	-	6,9993	3,9
ablak (külső)	DNY	függőleges	1,15	1,1082	9,7	-	-	10,771	7,8
ajtó (külső)	DNY	függőleges	1,8	1,8	2,4	-	-	4,32	0,00
külső fal	ÉNY	függőleges	0,421	0,421	40,2	-	-	16,916	0,00
külső fal	ÉNY	függőleges	0,298	0,298	21,1	-	-	6,2763	0,00
ablak (külső)	ÉNY	függőleges	1,5	1,4314	10,4	-	-	14,943	8,4
ablak (külső)	ÉNY	függőleges	1,15	1,1082	11,3	-	-	12,567	9,1
tető	É	15°	0,15	0,15	3,4	-	-	0,5145	0,00
tető		vízszintes	0,202	0,202	4,7	-	-	0,95748	0,00
belső fal (fűtött)			1,563	1,2101	5,5	-	-	6,6748	0,00
padló (talajra)			-	-	104,0	1,55	46,6	72,23	0,00
padló (talajra)			-	-	40,3	0,8	17,6	14,104	0,00
padlásfödém			0,24	0,18581	3,7	-	-	0,69492	0,00
padlásfödém			0,24	0,19459	101,1	-	-	19,674	0,00
padlásfödém			0,24	0,19692	4,2	-	-	0,82314	0,00

A családi ház helységek nagyságát és a hozzá tartozó léghőmértékét, valamint a helységben szükséges hőmérsékletet, ezt a következő 7. táblázatban foglaltam össze.

7. táblázat Helységek

(Forrás: Saját szerkesztés)

Helység szám	Megnevezés	A (m ²)	V (m ³)	t (C°)	Qt (W)	qt (W/m ²)	qt (W/m ³)	Qmt (W)
Fsz1	Szoba	18,55	54,166	22	2002	107,9	37,0	2002
Fsz2	Szoba-közlekedő	33,37	97,44	22	2274	68,1	23,3	2274
Fsz3	WC	1,68	4,905	22	177	105,4	36,1	177
Fsz4	Előtér-közlekedő	19,49	56,911	22	-34	-1,7	-0,6	-34
Fsz5	Szélfogó	6,86	20,031	20	612	89,2	30,6	612
Fsz6	Fürdőszoba	7,2	21,024	24	562	78,1	26,7	562
Fsz7	Konyha-étkező	31,74	92,681	22	1695	53,4	18,3	1695
Fsz8	Lépcsőház	6,82	19,914	22	226	33,1	11,3	226
Fsz9	Szoba	18,55	54,166	22	1900	102,4	35,1	1900
Em1	Raktár	3,74	10,92	16	126	33,7	13,9	126
Em2	Előtér-lépcső	28,865	70,142	22	1038	36,0	14,8	1038
Em3	Szoba	13,59	33,024	22	687	50,6	20,8	687
Em4	WC	1,76	4,2768	22	92	52,3	21,5	92
Em5	Fürdő	4,18	10,157	24	192	45,9	18,9	192
Em6	Szoba	18,55	45,076	22	1076	58,0	23,9	1076

Fenti összes információ és adat alapján az épület összesített energetikai jellemzője -14.35 kWh/m²a (referencia értéke 95.00 kWh/m²a), fajlagos széndioxid kibocsátása 9.89 kg/m²a (referencia értéke 25.00 kg/m²a). Az összesített energetikai jellemzők szerinti besorolása A+++ -19%. A fajlagos széndioxid kibocsátás szerinti energetikai besorolása A++ 49%. A határoló és nyílászáró szerkezetek energetikai minősége közepes értékű, egyetlen fejlesztési javaslatként az új építmény talajon fekvő padlójának szigetelésének lehetősége mutatkozik, mely minimálisan gyengébb a közepes szintnél. A fűtési és légtechnikai rendszer jó, a használati melegvízellátó rendszer kiváló. (Baumann , [d.n.]

5.4. Gazdaságossági számítások

A szakdolgozatom további részében megvizsgálom, hogy a beruházás mennyire volt gazdaságos a tulajdonos számára. Mint ahogy azt már az 5.2. részben említettem a családnak a beruházás bruttó 4 700 000 Ft-jába került, melynek 50%-át önerőből és a fennmaradó 50%-át otthonfelújítási támogatásból finanszírozták. Így a beruházás költsége bruttó 2 350 000 Ft. Karbantartási költsége a Gyártó ajánlása szerint nincs a rendszernek. Ennek ellenére javasolt 25 év alatt célszerű minden évben karbantartással számolni. A napelemek működési ideje jelentős teljesítményromlás nélkül ~25 év.

A 25 év alatt a degradációt figyelembe vevő megtermelt elektromos energiát, annak felhasználását és az éves összes bevételt a 8. táblázat tartalmazza. Mivel a beruházó nullszaldós elszámolásban van 2032-ig év végéig, ezért az első 10 év ennek megfelelően van feltüntetve a következő 15 év pedig a bruttó elszámolás alapján. A ténylegesen elfogyasztott villamosenergia mennyiségénél alapvető szempontként figyelembevételre került, hogy 2 523 kWh fogyasztásig az energia kedvezményes ára 35,293 Ft (89 044 Ft) és az e feletti rész 70,104 Ft, hisz a konkrét megtakarítás alapja ez a tény. Továbbá az értékesített mennyiségre a szabályozás szerinti 4,39 Ft/kWh kerül elszámolásra a 10. év végéig, ezt követően, pedig a bruttó elszámolás szerinti 5 Ft/kWh. A kalkuláció külön nem tartalmazza azt a megtakarítást melyet a klímahasználat következményeképpen a gázfogyasztásban megtakarítanak.

A gazdaságossági számításokat statikus és dinamikus mutatók segítségével végzem el, a következő képletek nyújtották az alapot:

- Nyereség kiszámítása:

Nyereség = Bevétel – beruházás összes költsége

- Költség – összehasonlító elemzés:

$$\frac{B_K + \ddot{U}}{T} / \text{termémékeségre eső ráfordítás}$$

ahol

B_K : beruházási költség (Ft)

\ddot{U} : üzemeltetési költség (Ft)

T : termelés (év)

- Jövedelmezőséget – összehasonlító elemzés:

$$J = \frac{\sum Ny}{\sum B_K} \times 100$$

ahol

Ny : az éves nyereség összege (Ft/év)

B_K : a fejlesztési költségek összege (Ft)

- Megtérülési idő:

$$M = \frac{B_K}{Ny} \times (\text{év})$$

- Eszköz-igényességi mutató:

$$E_{ig} = \frac{Ny}{B_K} \times 100$$

- Nettó jelenérték:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

ahol

t : az adott pénzmozgás időpontja

n : a teljes időtáv hossza

r : a kamatláb

C_t : nettó pénzmozgás (a pénz összege) a t időpontban

C_0 : az a pénzösszeg, melyet a 0 időpontban fektettünk be

- Jövedelmezőségi index:

$$PI = \frac{GPV}{P_0}$$

ahol

GPV : beruházás hozamainak jelenértékösszege

P_0 : a befektetett tőke nagysága

- Belső megtérülési ráta:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+IRR)^i} = 0$$

ahol

CF_i : a kezdeti befektetés pénzáramai

i : az időszakok száma

n : periódusok összesen

IRR : belső megtérülési ráta

Az általam összeállított 8. táblázat adataiból kiindulva elvégzem a szükséges gazdasági kalkulációkat.

8. táblázat Éves megtakarítás számítása degradáció figyelembevételével

(Forrás: Saját szerkesztés)

Az elérhető maximális termelés: 13 133 kWh/év									
Évek	Teljesítmény csökkenés %	Ténylegesen megtermelt villamos energia kWh	Felhaszná lt villamos energia kWh	2523 kWh	2523 kWh felett	Értékesített villamos energia kWh	Értékesített villamos energia Ft	Felhasznált villamos energia értéke Ft	Összes megtakarítás Ft
1	2,00	13 024	9000	2523	6477	4024	17 665	543 110	560 775
2	0,55	12 990	9000	2523	6477	3990	17 516	543 110	560 626
3	0,55	12 953	9000	2523	6477	3953	17 354	543 110	560 464
4	0,55	12 917	9000	2523	6477	3917	17 196	543 110	560 306
5	0,55	12 880	9000	2523	6477	3880	17 033	543 110	560 143
6	0,55	12 845	9000	2523	6477	3845	16 879	543 110	559 989
7	0,55	12 809	9000	2523	6477	3809	16 721	543 110	559 831
8	0,55	12 773	9000	2523	6477	3773	16 563	543 110	559 673
9	0,55	12 738	9000	2523	6477	3738	16 410	543 110	559 520
10	0,55	12 702	9000	2523	6477	3702	16 252	543 110	559 362
11	0,55	12 668	4497	2523	1974	8171	40 855	227 429	268 284
12	0,55	12 632	4497	2523	1974	8135	40 675	227 429	268 104
13	0,55	12 598	4497	2523	1974	8101	40 505	227 429	267 934
14	0,55	12 562	4497	2523	1974	8065	40 325	227 429	267 754
15	0,55	12 526	4497	2523	1974	8029	40 145	227 429	267 574
16	0,55	12 491	4497	2523	1974	7994	39 970	227 429	267 399
17	0,55	12 455	4497	2523	1974	7958	39 790	227 429	267 219
18	0,55	12 420	4497	2523	1974	7923	39 615	227 429	267 044
19	0,55	12 384	4497	2523	1974	7887	39 435	227 429	266 864
20	0,55	12 349	4497	2523	1974	7852	39 260	227 429	266 689
21	0,55	12 313	4497	2523	1974	7816	39 080	227 429	266 509
22	0,55	12 279	4497	2523	1974	7782	38 910	227 429	266 339
23	0,55	12 243	4497	2523	1974	7746	38 730	227 429	266 159
24	0,55	12 208	4497	2523	1974	7711	38 555	227 429	265 984
25	0,55	12 172	4497	2523	1974	7675	38 375	227 429	265 804
Összesen		314 931	157455	63075	94380	157476	608 894	8 842 535	9 606 349

Az általam elvégzett gazdasági kalkulációkat a 9. táblázatban foglaltam össze.

9. táblázat Gazdasági kalkulációk

(Forrás: Saját szerkesztés)

Megnevezés	Adatok és eredmények
Tervezett teljes költség kivitelezéssel együtt	2 350 000 Ft
Üzemeltetési költség (karbantartási kgt-ek)	625 000 Ft
Bevétel	9 606 349 Ft
Nyeresség	7 256 349 Ft
Működési idő	25 év
Költség-összehasonlító elemzés	9 Ft
Jövedelmezőséget összehasonlító számítás	308,78 %
Megtérülési idő	6,54 év
Forgási sebesség	3,8
Eszköz-igényességi mutató	12,35 %
Nettó jelenérték	1 070 411 Ft
Jövedelmezőségi index	1,45
Belső megtérülési ráta	16,93%

A statikus gazdasági kalkulációk alapján elmondható, hogy a beruházás az élettartamon belül megtérül és jövedelmező. A megtérülést ezzel a módszerrel könnyű számolni, könnyen megérthető, információt nyújt a beruházás kockázatáról és előnyben részesíti a likviditást, de szubjektív módon dönt, nem számol a megtérülési idő után keletkező pénzáramokkal, nem veszi figyelembe a pénz időértékét és a távlati szempontok háttérbe szorulnak.

A dinamikus kalkuláció elvégzése után már jobban látható, hogy amennyiben a pénz időbelisége is figyelembevételre kerül, akkor a kalkulált 10%-os kamatláb mellett is megtérül a befektetés. Itt azonban meg kell említeni, hogy a kamatláb nem objektív matematikai számítás eredménye, hanem becsléssel került megállapításra. Azt mutatja meg, hogy a nemzetgazdaság egészében egy átlagos beruházástól milyen szintű jövedelmezőséget várhatnak el a befektetők. A belső megtérülési ráta 16,93%-a is jól mutatja, hogy érdemes volt beruházni, mert máshová befektetve ezt az összeget nem valószínű, hogy ilyen mértékű bevételt értünk volna el.

Összességében elmondható, hogy a beruházással jó döntést hozott a család, de számolnia kell azzal a kockázattal, hogy a beruházás 11. évében további beruházások szükségesek, mert a bruttó elszámolásra való áttérés komoly költségvonzattal jár számukra.

6. Következtetések és fejlesztési javaslatok

Véleményem szerint a család beruházása több szempontból is gazdaságos volt.

- jelentős mértékben csökkentette az energia költségeit, mely a beruházás előtti szinthez képest, mára 65%-kal csökkent,
- a beruházás által sokkal komfortosabbak a család életkörülményei, gondoljunk csak a téli - nyári klímahasználatra,
- az ingatlan értéke növekedett a beruházás által,
- a ház energetikai jellemzőit is megváltoztatta a 116.01 kWh/m²év hasznosított megújuló energia mennyiségével,
- a ház éves CO₂ kibocsátása 2126 kg/év-re (49%-ra) csökkent,
- bár a kezdeti beruházási költségek magasak, de a megtérülési idő végén már teljesen ingyen áll a család rendelkezésére a megtermelt energia és a napelemek a 25 éves élettartam után is garantáltan 80%-on még tovább működnek,
- 20 év után a felhasználónak gyártói ajánlás szerint cserélnie kell az invertert, mely nagyobb beruházási költséget fog igényelni részéről,
- folyamatosan gondoskodnia kell a napelemek tisztán tartásáról, hogy ne romoljon a rendszer teljesítménye,
- a félcellás rendszer felhelyezésével biztosítani tudja, hogy a kevésbé napos és a minimálisan árnyékolt cellák esetén is megfelelően működjön a rendszere és folyamatosan termeljen.

Beruházási javaslatok:

- Érdemes figyelemmel kísérnie a technológiai változásokat az energiatárolás területén a 2033.-ban esedékes bruttó elszámolásra való átállás miatt, természetesen feltételezve, hogy még akkor is ez a szabályozás lesz érvényben. Hiszen számára igen kedvezőtlen, a napelemmel megtermelt plusz energiáját az egyetemes szolgáltató részére minimális összegért átadni és szükséglet esetén piaci áron visszavásárolni, ez igen nagy költséget jelenthet számára. Érdemes átgondolni és megfontolni, az energiatároló akkumulátor beszerzését. Melynek nagy előnye, hogy a megtermelt és fel nem használt energia szükség esetén bármikor rendelkezésre áll. A beruházás jelenleg még költséges, de remélhetőleg az idő előrehaladtával csökkenni fog.
- Fejlesztési javaslatom, hogy a még ki nem cserélt 2 rétegű ablakokat cseréljék ki 3 rétegű ablakokra, ahogy azt a bővítés során az új részen tették, hiszen így tovább csökkenthetik a téli hőveszteséget.

- Érdemes lenne fontolóra venni a födém szigetelés növelését, ezzel is csökkentve a téli hőveszteségét.
- További megfontolandó javaslatom a gázkazán alternatív helyettesítésére vonatkozóan lenne. Mivel ezeket kivezetik a gyakorlatból, de biztonsági tartalék rendszerként fenntartható maradna. Javasolnám egy faelgázosító kazán beszerzését mely alkalmas a földgáz kiváltására, ennek a megoldásnak az előnye és hátránya is egyben, hogy tüzelőanyagra van szükség hozzá, mely alapesetben fa és ennek mind beszerzését, mint tárolását biztosítani szükséges. A rendszer működésének lényege, hogy amikor a fa elég, akkor nagy mennyiségű füst keletkezik. Ez a füst többfajta gázt tartalmaz, mely gázok a hagyományos fatüzelésű rendszerekben a kéményen keresztül a füsttel együtt távoznak. De ebben a rendszerben a gázok hasznosításra kerülnek és levegő szabályozott mennyiségű hozzáadásával magasabb hőmérsékletű égést hoznak létre. Így a fából kinyert energia nagyságrendekkel magasabb lesz. A kazánban az égés a hagyományos rendszerekkel ellentétben fentről lefelé történik. Az égéshez megfelelő mennyiségű levegő bejuttatása szükséges, melynek hatására füstgáz jön létre és ez jól éghető gázokat tartalmaz. További lényeges pontja a működésnek, hogy a ventilátor egy kerámiaszűkítőn keresztül szívja át a felső térből a gázt az alsó térbe. Ezzel párhuzamosan furatokon keresztül friss levegő táplálja tovább az égés folyamatát. A készülék hatékonyságát az égéshez használt fa minősége határozza meg. Erre a célra a legjobb a keményfa, mert az gázosodik el a leglassabban. A rendszer bekerülési értéke magas, de megtérülési ideje rövidnek tekinthető a földgáz magas árának köszönhetően, mely megközelítőleg 50%-os megtakarítást tesz lehetővé. (Webkazán, 2022)

7. Összefoglalás

A villamosenergia és a gáz mértéktelen fogyasztása természetessé vált a fogyasztói társadalmunkban. Az utóbbi néhány évben szembesülnünk kellett a ténnyel, hogy az energia fogyasztásunknak ára van, mely az energiaválság hatására radikálisan megnövekedett. Ez a tény hatással van a gazdaság összes szereplőjére és minden tagját arra sarkallja, hogy csökkentse a fogyasztását, vagy valamilyen más módon fedezze a szükségleteit. A szakdolgozatomban bemutatott napelemes projekt, mely azzal a céllal keletkezett, hogy egy család csökkentse az energiaköltségeit, erre a lehetőségre világítok rá.

A szakirodalmi feldolgozás során áttekintettem a napelem történetét, Magyarország energiafelhasználását és a hazánkban rejlő napenergia potenciált. Bemutatásra kerültek a napelemes rendszerek és a hazai szabályozási környezet. Felvázoltam a rendszer telepítését a tervezéstől a megvalósításig. A dolgozatomban további részében bemutattam egy családi ház napelemes beruházását az előzmények pontos felvázolásán keresztül egészen a kész projekt lezárásáig. Megvizsgáltam a ház energetikai jellemzőit, melyből jól láthatóvá vált a napelemes beruházás eredménye az alacsony széndioxid kibocsátás és az összesített energetikai jellemzők szerinti kiváló besorolás. Elvégeztem a szükséges jövedelmezőségi számításokat a beruházás gazdaságosságának vizsgálata érdekében és itt is nagyon jó eredményt kaptam, mely összességében azt jelenti, hogy a beruházás nyereséges a tulajdonos számára. A család által felvázolt projekt célok maradéktalanul teljesültek. A következtetések levonása után több fejlesztési javaslatot fogalmaztam meg, melyek közül kiemelném a faelgázosító kazán beszerzésének lehetőségét, mely alkalmas a földgáz kiváltására, ennek a megoldásnak az előnye és hátránya is egyben, hogy tüzelőanyagra van szükség hozzá, mely alapesetben fa és ennek mind beszerzését, mint tárolását biztosítani szükséges. A rendszer működésének lényege, hogy amikor a fa elég, akkor nagy mennyiségű füst keletkezik. Ez a füst többfajta gázt tartalmaz, mely gázok a hagyományos fatüzelésű rendszerekben a kéményen keresztül a füsttel együtt távoznak. De ebben a rendszerben a gázok hasznosításra kerülnek és levegő szabályozott mennyiségű hozzáadásával magasabb hőmérsékletű égést hoznak létre. Így a fából kinyert energia nagyságrendekkel magasabb lesz. A kazánban az égés a hagyományos rendszerekkel ellentétben fentről lefelé történik. Az égéshez megfelelő mennyiségű levegő bejuttatása szükséges, melynek hatására füstgáz jön létre és ez jól éghető gázokat tartalmaz. További lényeges pontja a működésnek, hogy a ventilátor egy kerámiaszűkítőn keresztül szívja át a felső térből a gázt az alsó térbe. Ezzel párhuzamosan furatokon keresztül friss levegő táplálja tovább az égés folyamatát. A készülék hatékonyságát az égéshez használt fa minősége határozza meg.

Erre a célra a legjobb a keményfa, mert az gázosodik el a leglassabban. A rendszer bekerülési értéke magas, de megtérülési ideje rövidnek tekinthető a földgáz magas árának köszönhetően, és így az új rendszer megközelítőleg 50%-os megtakarítást tesz lehetővé.

Véleményem szerint hazánkban sok háztartás küzd az energiaválság okozta nehézségekkel, és nem mindenki számára jelent az általam bemutatott projekt megoldást, mely köszönhető a magas beruházási költségeknek és a folyton változó szabályozási rendszernek, valamint a szemléletváltás hiányának. Fontosnak tartom elmondani, hogy a környezettudatos magatartás sajnálatos módon még mindig nem elég hangsúlyos része a mindennapi életünknek. De a megújuló energiaforrásokban rejlő potenciál hatalmas, csak észszerűen szolgálatunkba kellene állítani és mindenki számára hozzáférhetővé tenni, de ez ma talán még csak egy vízió.

8. Irodalomjegyzék

Ana Almerini (2020) SolarReviews *What is half-cut solar cell technology?* Letöltés dátuma: 2024.03.16. Forrás: <https://www.solarreviews.com/blog/half-cut-solar-cell-technology-explained>

Baumann Mihály (2012) *Épületenergetika*, [h.n.], Edutus Főiskola, pp. 149-153, 171-174. Letöltés dátuma: 2024.04.05. Forrás: https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12552/2010-0017_12_epuletenergetika.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

Baumann Mihály - Dr. Csoknyai T. - Dr. Kalmár F. - Dr. Magyar Z. - Dr. Majoros A. - Dr. Osztróluczky M. - Szalay Zs. - Prof. Zöld A. (2009) *Épületenergetika segédlet*, [h.n.], PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, ISBN 978-963-7298-31-8, pp. 32-48, Letöltés dátuma: 2024.04.08. Forrás: <https://www.fejermek.hu/anyagok/segedlet.pdf>

E.ON Hungary ZRt. (2024) Letöltés dátuma: 2024.02.26. Forrás: <https://www.eon.hu/hu/hmke/tudnivalok.html>

Energiaügyi Minisztérium (2024) Letöltés dátuma: 2024.02.29. Forrás: <https://napenergiaplus.nffku.hu/>

HUNGARY - DRAFT UPDATED NECP 2021-2030 _HU (2023) 77p ((Kereszty, 1998)RG könyvtár)

JC Solar Panels (d.n.) Letöltés dátuma: 2024.03.17. Forrás: <https://jcsolarpanels.co.za/shop/solar-inverters/hybrid-inverters/50kw-deye-3-phase-hybrid-hv-inverter/>

Kereszty András (1998) *Zöld folyóirat, Környezeti állapot* Budapest, Greger-Delacroix Kiadó, Letöltés dátuma: 2024.02.29. Forrás: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/TenyekKonyve-tenyek-konyve-1/zold-19B21/magyarorszag-kornyezeti-allapota-1A08C/a-kornyezetvedelem-teruleti-feladatai-1A0F9/kornyezeti-allapot-1A0FA/> ISSN 1418-5245

Kiss Jenő (2020) Magyar Napelem Napkollektor Szövetség, *Vékonyrétegű napelem bemutatása* Letöltés dátuma: 2024.02.26. Forrás: <https://www.mnnsz.hu/vekonyretegu-napelem-bemutatasa/>

Major András (2022) Portfólió, *Magyarországon nőtt az egyik legnagyobb a naperőmű-kapacitás az EU-ban* Letöltés dátuma: 2024.02.25 Forrás: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220207/magyarorszagon-nott-az-egyik-legnagyobb-a-naperomu-kapacitas-az-eu-ban-524961>

MEKH (2022) *2021 végére 1127 MW-ra nőtt a háztartási méretű kiserőművek beépített teljesítménye* Letöltés dátuma: 2024.03.01. Forrás: <https://www.mekh.hu/2021-vegere-1127-mw-ra-nott-a-haztartasi-meretu-kiseromuvek-beepített-teljesitmenye>

Michael Debreczeni (2012) *A fotovoltikus energia ismertetési és alkalmazása kompetens paraméterekkel*, [h.n.], Magyar Napenergia, Művek Zrt, ISBN 978 963 08 3220 5, pp 16-18, 23, 47-49, 117.

Rátky Miklós és Tóth Máté (2015, 2006) *Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve és az új Energiastratégia*, [h.n.], Akadémia Kiadó, ISBN: 978 963 058 324 4, ISSN: 2732-0650, DOI: 10.1556/9789630583244 (RG könyvtár)

Varga Pál (2023), Napenergia1, Napelemes rendszerek órai anyaga

MVM Émász Áramhálózati Kft. (2024) Letöltés dátuma: 2024.02.26. Forrás: <https://mvmemaszhalozat.hu/ugyintezes/muszaki-ugyintezes/haztartasi-meretu-kiseromu>

Napelem Rendszer (d.n.) Letöltés dátuma: 2024.03.01. Forrás: <https://napelemrendszer.info/napelemek-energiatarolo-szolar-akkumulattal.html>

Naplopó Kft. (d.n.a) Letöltés dátuma: 2024.02.25. Forrás: <https://www.naplopo.hu/miert-napenergia>

Naplopó Kft. (d.n.b) *Hibrid napelemes rendszerek és a vészhelyzeti áramellátás lehetőségei* Letöltés dátuma: 2024.03.01. Forrás: <https://www.naplopo.hu/tudastar/szaccikkeink-haszno-irasaink/napelemes-aramtermeles-2/hibrid-napelemes-rendszerek-es-a-veszhelyzeti-aramellatas-lehetosegei>

Unbound Solar (2019) *What is a micro-inverter?* Letöltés dátuma: 2024.03.17. Forrás: <https://unboundsolar.com/blog/what-is-a-micro-inverter>

Világgazdaság (2023) Letöltés dátuma: 2024.03.01. Forrás: <https://www.vg.hu/energia-vgplus/2023/12/a-napelemesek-nyakan-a-brutto-elszamolas>

Webkazan (2022) Letöltés dátuma: 2024.04.20. Forrás:
<https://www.webkazan.hu/blog/webkazan-blog/hogy-mukodik-es-miert-lehet-elonyoes-a-faelgazosito-kazan>

9. Ábrajegyzék

1. ÁBRA MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK MEGOSZLÁSA A VILLAMOSENERGIA TERMELÉSÉBEN	2
2. ÁBRA VILLAMOSENERGIA TERMELÉS MEGOSZLÁSA	6
3. ÁBRA MONOKRISTÁLYOS NAPELEM	8
4. ÁBRA HAGYOMÁNYOS ELRENDEZÉS	9
5. ÁBRA FELEZETT ELRENDEZÉS	9
6. ÁBRA POLIKRISTÁLYOS NAPELEM.....	10
7. ÁBRA VÉKONYFILM NAPELEM (AMORF MODUL).....	11
8. ÁBRA NORMÁL ÜZEMMÓD	12
9. ÁBRA SZIGET ÜZEMMÓD	12
10. ÁBRA HIBRID ÜZEMMÓD	12
11. ÁBRA HÁZTARTÁSI KISERŐMŰVEK NÖVEKEDÉSÉNEK SZÁMA 2021 ÉV VÉGÉRE	13
12. ÁBRA 50kW DEYE 3-PHASE HYBRID HV INVERTER DIREKT SZÜNETMENTES KIMENETE	18
13. ÁBRA CSATLAKOZÁSI FOLYAMAT SÉMÁJA	25
14. ÁBRA ÉSZAK-KELETI 15 DARAB NAPELEM	26
15. ÁBRA DÉL-NYUGATI 18 DARAB NAPELEM	26
16. ÁBRA INVERTER ELHELYEZÉSE	27
17. ÁBRA VIZUALIZÁLT ÉVES TERMELÉS	28

10. Táblázat jegyzék

1. táblázat A családi ház helyiségeinek pontos mérete	21
2. táblázat Jelenlegi villamos energia fogyasztó berendezések	22
3. táblázat Napelemek rangsora	23
4. táblázat Kivitelezői ajánlás	24
5. táblázat Szavatolt hozam és fogyasztási értékek	24
6. táblázat Határoló szerkezetek	32
7. táblázat Helyiségek	33
8. táblázat Éves megtakarítás számítása degradáció figyelembevételével	36
9. táblázat Gazdasági kalkulációk	37

NYILATKOZAT

a szakdolgozatnyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Györkös-Kolozsvári Julianna Ilona
A Hallgató Neptun kódja: HVPP2P
A dolgozat címe: Egy családi ház energetikai fejlesztése alternatív energiával
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: MATE Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti 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 valótlan 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 könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest év 2024 . 04 hó 15. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Györkös-Kolozsvári Julianna Ilona hallgató Neptun azonosítója: **HVPP2P** 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: 2022 év április hó 20. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.