



ÓBUDAI EGYETEM

**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet**

SZAKDOLGOZAT

**OE-KVK
2021.**

Hallgató neve:
Törzskönyvi szám:

**Mórocz Máté
T008293/FI12904/K**

Kötelezően választható tantárgycsoport: Energetikai informatika modul



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Mórocz Máté

Szakdolgozat száma: SZD21090213454093

Törzskönyvi száma: T008293/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Energiaközösségek kialakítása

A dolgozat címe angolul: Establishing energy communities

A feladat részletezése: 1. ENERGIAKÖZÖSSÉGEK BEMUTATÁS NYUGATI
PÉLDÁKON KERESZTÜL

2. NAPELEMES ELSZÁMOLÁSI ÉS

3. ENERGIATÁROLÁSI MÓDOK BEMUTATÁSA, ÉS
AZOK MEGVALÓSÍTHATÓSÁGA

MAGYARORSZÁGON

3. TÁRSASHÁZI NAPELEMES TERVEZÉS

BUDAPEST ROOF PROJEKT

4. ÖSSZEGZÉS

Intézményi konzulens neve: Morva György Ádám

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 11. 30.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Budapest, 2021. november. 30.

Hallgató aláírása

ENERGIAKÖZÖSSÉGEK KIALAKÍTÁSA

1. TARTALOMJEGYZÉK

1.	Tartalomjegyzék	1
2.	Bevezetés	3
3.	A közösségi energia megfogalmazása	5
4.	Az energiaátmenet	10
5.	Finanszírozási lehetőségek	13
6.	Energiabiztonság	17
7.	Út az energiaközösségek felé	20
7.1	Németország	20
7.1.1	Fotovoltaikus villamosenergia termelés	24
7.1.2	Vízenergia	26
7.1.3	Megújuló hőenergia	27
7.1.4	Megújuló hőenergia biomasszából	27
7.1.5	Megújuló hőtermelés hőszivattyúkkal és napkollektorokkal.....	28
7.2	Dánia	29
7.3	Magyarország	31
7.3.1	A magyar villamos energia rendszer felépítése és működése.....	34
7.3.2	Hazánkban található megújuló energiaforrások - Vízenergia.....	37
7.3.3	Hazánkban található megújuló energiaforrások - Geotermikus energia...	38
7.3.4	Hazánkban található megújuló energiaforrások - Biomassza	38
7.3.5	Hazánkban található megújuló energiaforrások - Szélenergia	39
7.3.6	Hazánkban található megújuló energiaforrások - Napenergia.....	40
8.	Társasházi fotovoltaikus rendszer tervezése	41
8.1	Tervezési lépések, szempontok	41
8.1.1	Időjáráselemzés	42
8.1.2	Termelés meghatározása	44
8.1.3	Napelem teljesítmény meghatározás, hozamméretezés, panelek tájolása	44
8.1.4	Inverter és napelempanel kiválasztása, védelmek	48
8.1.5	Tárolókapacitás tervezése	53
8.1.6	Kiosztási terv készítése	55
8.1.7	Kábel méretezése	56

8.1.8	Kiviteli terv készítése.....	58
8.1.9	Engedélyeztetés	59
8.1.10	Rendszer szerelése, üzembe helyezés.....	61
8.1.11	A hálózatra való visszatáplálás visszahatása	63
8.1.12	Napelemes rendszer megépülésének díja	64
9.	Villamos energia elszámolási módok.....	65
9.1	Rendszer megtérülés számítás a jelenleg érvényben lévő elszámolási rendszer mellett	65
9.2	Szaldó elszámolási mód- jelenleg érvényben lévő elszámolási mód.....	66
9.2.1	Elszámolás, ha a termelt villamos energia kevesebb, mint a fogyasztott .	67
9.2.2	Elszámolás, ha a termelt villamos energia több, mint a fogyasztott.....	68
9.3	Bruttó elszámolási mód- tervezett elszámolási mód.....	68
10.	Az energiaközösségek értékelése	71
11.	Összefoglaló	75
12.	Summary.....	76
13.	Irodalomjegyzék	77
14.	Mellékletek	80

2. BEVEZETÉS

A világon már mindenhol érezhető az éghajlatváltozás negatív hatása, amely nem csak a klímaváltozásban, hanem a gazdasági világban is hatalmas változásokat okoz. Az egész bolygónkra kiterjedő globális problémával állunk szemben, amelynek megoldásában egyre fontosabb, hogy a kis- és nagyhatalmak energiaátmenete beinduljon, elinduljon Európa egy új felfogású energiatermelés és energiafelhasználás irányába. Mivel Európa már az ipari forradalom óta egy meghatározó világ gazdasági szereplő, így a Föld egyik leggazdagabb régiója, ezért központi szerepet kell betöltenie, példát kell statuálnia a Földön lévő többi állam számára, hogy mielőbb megállítsuk az éghajlatváltozást és megelőzzük a legrosszabb következményeket.

Szakdolgozatom témájának célja, hogy az Európai Unióban már megtalálható energiaközösségeket általánosan áttekintse, véleményezze, és egy magyarországi helyzetjelentést mutasson. Továbbá egy jelenleg folyamatban lévő társasházi példaprojektfeladat tervezésére és bemutatására is sor kerül a tanulmányban. Dolgozatom két alapegységből tevődik össze. Az első egységben arra törekedtem, hogy a szükséges elméleti alapokat összegyűjtssem és szemléltessem témámmal kapcsolatban, amelyek által kellően elmélyülhettem a rendelkezésre álló szakirodalomban, ezzel összegyűjtve a szükséges háttértudást. Bár meg kell jegyeznem, hogy a dolgozat témája még nagyon friss, ezáltal széleskörű szakmai anyag nem áll rendelkezésre. Az elméleti tudás hátterét elsősorban szakmai publikációk, cikkek adják, mind hazai, mind nemzetközi szinten. Munkám másik alapelemének egy tervezési feladat tekinthető, amelyben összehasonlítom a jelenlegi villamos energiátároló rendszerek főbb jellemzőit és összegzem ezeket. A mindennapokban, mint társadalmi innováció a közösségi energiatermelés, az energiaátmenet egyre fontosabb szerepet kap, amelyek együttesen képesek hozzájárulni az optimális, újfajta energiatermeléshez. Ezért egyes tagállamokat részletesebb elemzés alá vetek, hiszen ezeken keresztül lehet megérteni és bemutatni, hogy milyen nagy lehetőség rejlik a közösségi energiatermelésben, hogyan hat a társadalomra ez a szemlélet és ez milyen hatással lehet a klímaváltozásra. Így ezek az országok kvázi példaként szolgálnak az energiaszövetkezetek kialakításához más országokban, és hazánkban is. Ebben már most jelentős szerepet tölt be Németország, Dánia és Svédország, de fontos megemlíteni, hogy Magyarországon is egyre nagyobb

azon települések száma, amelyek egyre inkább függetlenedni szeretnének a fosszilis energiahordozók által megtermelt villamos energiától.

Célom, hogy ne pusztán elméleti ismeretekre alapozva, hanem empirikus tapasztalatokkal is alátámasztható következtetéseket vonhassak le témámmal kapcsolatban.¹

¹ Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

3. A KÖZÖSSÉGI ENERGIA MEGFOGALMAZÁSA

Laikus szemmel is látható, hogy a folyamatos növekedést váró társadalomban élünk, ahol ez a növekedésorientált szemlélet nem csak társadalmi szinten, hanem gazdasági szinten is feszültséget okoz. Az emberek életében állandó kérdésként van jelen a megélhetés, a munkanélküliség, az energiafüggőség, esetleg szegénység. Ezek a problémák fenyegetik az emberek méltányos, biztonságos, valamint egészséges élethez való jogait. Ezen felül a környezetünk és a természet épségét is veszélyeztetik.²

Takácsné Papp Adrienn és Horváth Ágnes tanulmánya szerint, a társadalmi innováció jelentősége a 2008-as világválságból való kilábalás során értékelődött fel először. Ekkor jelent meg és vált jelentőssé gazdaságot és társadalmat formáló eszközként.³ Cajaiba-Santana definíciója szerint *“a társadalmi innovációk olyan kollektív, szándékos és célorientált fellépések eredményeként létrejövő új társadalmi gyakorlatok, amelyek a társadalmi célok megvalósulásának módját újraértelmezve segítik elő a társadalmi változásokat.”*⁴ Kocziszký György szerint a társadalmi innovációnak nincs egységesen elfogadott definíciója. Az ő értelmezése szerint a társadalmi innováció nem más, mint a közösség problémáira adott új vagy újszerű válasz a közösségi jólét növelése érdekében.⁵

Az energiaközösségek elnevezés már önmagában is jól kifejezi mit is takar tartalmilag. Egy közösség tulajdonában van az az erőmű, amely megújuló energiaforrások felhasználásával állítja elő az energiát. Ilyen közösség működhet akár szövetkezeti formában is. Minden fontos döntést egy közösség hoz meg. Ez a forma és finanszírozási mód több szempontból is előnyös az adott közösség számára, hiszen nem csak a megtermelt energia előnyeit élvezhetik ki, hanem akár munkahelyeket is teremthetnek vele, valamint a helyi kereskedelmet és pénzforgalmat is növelheti. Bár eltérő

² TAKÁCSNÉ PAPP Adrienn – HORVÁTH Ágnes: *Közösségi Energia, mint az energiaátmenet egy lehetséges eszköze*. Multidiszciplináris tudományok, 11. kötet. 2021. p. 213.

³ TAKÁCSNÉ PAPP Adrienn – HORVÁTH Ágnes: *Közösségi Energia, mint az energiaátmenet egy lehetséges eszköze*. Multidiszciplináris tudományok, 11. kötet. 2021. p. 213.

⁴ Bill SLEE: *Social innovation in community energy in Scotland: Institutional form and sustainability outcomes*. Global Transitions, 2020. 2. kötet p.158.

⁵ KOCZISZKY György [et al.]: *A társadalmi innováció vizsgálatának tapasztalatai és fejlesztési lehetőségei*. Vezetéstudomány / Budapest Management Review XLVIII. évf. 2017. 6–7. szám p. 16.

jelentőséggel, de Európa-szerte már több évtizedes múltra tekintenek vissza az energiaközösségek és energiaszövetkezetek. Külön Európai Unió jogi keretrendszer került létrehozásra, ez az Európai Unió felülvizsgált Megújuló Energia Irányelve (Red II).⁶

Az irányelv szerint „a megújulóenergia-közösség olyan jogi személy,

- *amely az alkalmazandó nemzeti joggal összhangban nyitott és önkéntes részvételen alapul, önálló, ténylegesen tagjainak vagy részvényeseinek irányítása alatt áll és a tagok, illetve részvényesek a szóban forgó jogi személy tulajdonában álló és általa fejlesztett megújulóenergia-projektek közelében találhatók;*
- *amelynek részvényesei, illetve tagjai természetes személyek, kkv-k vagy helyi hatóságok, ideértve az önkormányzatokat is;*
- *amelynek elsődleges célja nem profit termelése, hanem az, hogy környezeti, gazdasági, szociális -közösségi szempontból részvényesei, tagjai, illetve működési területének környéke javát szolgálja.”⁷*

Magyar László értelmezése szerint a közösségi energia, a helyi lakosság egy csoportjának, illetve az önkormányzatnak olyan saját tulajdonú és kezelésű beruházása, amelynek célja a fenntartható energiatermelés vagy energia-megtakarítás. Ebben a megfogalmazásban szintén megjelenik a közösségi döntéshozatal, valamint a helyi értékteremtő folyamatok szerepe.⁸

Az Európai Unió RED II irányelve számos lehetőséget kínál az állampolgárok számára, hogy részt vegyenek a megújuló energia termelésében és fogyasztásában, ezáltal is lehetővé téve a közösségi energia elterjedését. A Magyar Természetvédők Szövetsége

⁶ <http://korkorosgazdasag.hu/tudtad-e/kozossegi-energia-helyi-megoldasok-a-fenntarthato-energiatermelesre/> (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

⁷ <http://korkorosgazdasag.hu/tudtad-e/kozossegi-energia-helyi-megoldasok-a-fenntarthato-energiatermelesre/> (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

⁸ MAGYAR László: *Közösségi Energia. Energia a közösség szolgálatában.* <https://energiaklub.hu/node/4062> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

készített egy kiadványt a közösségi energia témájával kapcsolatosan, amelyben összefoglalták, hogy milyen módon tehetők érdekeltté a civilek:

- *“Egyénileg: Lakosok, családok és a kis - és középvállalkozások (KKV-k) felszerelhetnek saját megújuló energiatermelő rendszert tetőikre vagy saját területükön.*
- *Közösen társasházban: Az irányelv elismeri, hogy az európaiak több mint 40% -a lakásban él, így egy lakóközösségnél egyetlen közös, nagyobb megújuló rendszer kiépítése hatékonyabb és célszerűbb lehet.*
- *Megújulóenergia -közösségen keresztül: az emberek, önkormányzatok és a KKV -k összeállhatnak, hogy jogi személyiségű formában működjenek együtt megújuló energia termelésének céljából. Egy energiaközösség létrehozásával az állampolgárok pénzügyi forrásokat hozhatnak létre, amellyel kifelé is szolgáltathatnak és/vagy a saját helyi szükségleteiket fedezhetik. Az irányelv lehetőséget biztosít cégeknek is, hogy megújuló energia -rendszereket szereljenek magánházakra.*
- *Energiatanácsadók: olyan energiapiaci résztvevők, amelyek egybegyűjtik a kisebb független energiatermelőket, segítik őket berendezéseik, rendszereik optimalizálásában és tanácsot adnak, hogy mikor a legjobb fogyasztani, eladni vagy tárolni a megtermelt áramot.*
- *Fogyasztók közötti kereskedés (peer-to-peer, P2P): Ez a rendszer lehetőséget nyújt arra, hogy a fogyasztók közvetlenül kereskedjenek, vásároljanak és eladjanak maguk között, közvetítő harmadik fél például energiavállalat nélkül. Ez több bevételt és gyorsabb megtérülést jelent. Aggregátor az ilyen tranzakciók lebonyolításában akár segídezhet.”⁹*

A RED II értelmében a tagállamoknak implementálniuk kell a nemzeti támogató rendszerbe az energiahatékonysági, a megújuló energia felhasználását, valamint az üvegházgáz kibocsátás csökkentését célzó folyamatokat. Ezáltal támogatniuk kell a

⁹ Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-_kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

befektetési képességgel rendelkező lakosokat és közösségeket, hogy forrásaikat a megújuló energiába fektessék. Nemzetenként eltérő megoldási lehetőségeket mutathat, hiszen más-más fejlettségi szintről beszélhetünk országonként. A keretrendszernek nemzeti felméréseken kell alapulniuk, valamint lehetővé kell tenni, hogy a lakosság kapcsolatba léphessen a döntéshozókkal és a felmerülő kérdések kapcsán válaszokat kaphassanak. Ezáltal szükséges egy támogatórendszer kialakítása. A tagállamok kormányai szabadkezet kaptak abban a kérdésben, hogy a keretrendszeren belül különböző célkitűzéseket is megfogalmazzanak, amelyeket a lakosságnak és az energiaközösségeknek teljesíteniük kell. Az irányelv arra is kitér, hogy a túlzott bürokrácia ne nehezítse az állampolgárok és közösségek fejlesztési szándékát. Ilyen kritérium például, hogy a fejlesztési projekteket egyetlen hivatalon keresztül kell intéznie résztvevőknek, valamint a technikai információk és a tervezhető, gyors ügyintézési idők biztosítása. Ezenfelül a kisebb lakossági projektek esetén lehetővé teszi a szabályrendszer, hogy egyszerű bejelentéssel, engedélyezési folyamat nélkül megvalósulhasson a projekt, ezzel is ösztönözve a fejlesztési kedvet.¹⁰

Az eddigiek során több szakember megfogalmazásában is bemutatásra került az energiaközösségek lehetséges definíciója. Bár eltérőek a meghatározások, azonban mindegyikben szerepel valamilyen formában, hogy személyek önkéntes, autonóm társulása, akik közös társadalmi, gazdasági, sőt bizonyos szempontból kulturális cél elérése érdekében egyesültek. A szövetség demokratikus módon, közös döntéshozattal működik, ezáltal egyenlően minden tag azonos módon egy-egy szavazattal érvényesítheti akaratát.

Az energiaközösségek olyan célkitűzések elérésében nyújthatnak segítséget, amelyek által a lakosság is bevonhatóvá válik a megújuló energia előállításába és használatába. Emellett az energiaszövetkezetek ezen célok eléréséhez szükséges források megteremtésében és finanszírozásának megtervezésében is közreműködhetnek. A közösségbe belépő tagok, úgynevezett szövetkezeti részvényeket vásárolhatnak. A

¹⁰ Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

befektetett összeg bizonyos idő letelte után megtérülhet a megújuló energia előállításának köszönhetően, amelyet a közösség tulajdonában lévő berendezések termeltek meg. Amennyiben az adott energiaszövetkezet rendelkezik engedéllyel és szolgáltatóként működhet, abban az esetben a saját megtermelt energiához a szövetkezet tagjai kedvező áron juthatnak, mint helyben termelt zöld energiához.¹¹

11

https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/Fact_sheets_countries/Hungary/7._Fact_Sheet_Energy_Cooperatives_HU.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

4. AZ ENERGIAÁTMENET

Annak ellenére, hogy az előző fejezetben vizsgált energiaközösség, energiaszövetkezet fogalommal már EU irányelv is foglalkozott és észrevehető egy tendencia, amely a lakossági bevonás erősítését támogatja, hagyományosan véve az Unió energiapiaci szabályozását nem erre a körre tervezték. Elsősorban ezek a szabályok a nagyvállalatokra, multinacionális cégekre vonatkozóan kerültek megfogalmazásra, amelyek főként fosszilis tüzelőanyagokkal dolgoznak. Ennek következtében az állampolgárok és csoportosulásuk, mint külön piaci szereplők, nem kerültek külön elismerésre. Laikusként is megállapítható, hogy egy multinacionális energiavállalat és a civilekből álló energiaközösség nem ugyanazon háttérrel rendelkezik, sem anyagi, sem tudás szempontból. Ezt felismerve az új szabályozásoknak köszönhetően nemzeti és helyi szinten is kialakulóban vannak a szabályok, amelyeknek köszönhetően lehetővé válik az energiaátmenet Európán belül mindenhol. Ennek bizonyítéka, hogy egyre többen nyitnak az új lehetőségek felé és termelik meg saját megújuló energiájukat, legyen szó a lakosságról, helyi önkormányzatokról vagy közintézményekről. Ezzel is segítve egy decentralizált energiarendszerbe való átmenetet, amely igazságosabb és demokratikusabb működést eredményezhet.¹²

Peter A. O'Connor szerint az energiaátmenet *„a társadalom energiafogyasztási szokásaiban bekövetkező nagy volumenű változás, amely potenciálisan befolyásolja az erőforrásokat, a szállítókat, az átalakítási módokat és a szolgáltatásokat.”*¹³

A Magyar Energiakereskedők Szövetsége (MEKSZ) 2021. február 25-én tartotta IX. éves konferenciáját. A konferencián többek között Varró László, a Nemzetközi Energia Ügynökség vezető közgazdásza is előadást tartott. Az előadásról szóló beszámolóból kiderül, hogy a nap- és szélerenergia-technológia és beruházások szempontjából egy nagy volumenű forradalom zajlott le az elmúlt évtizedben. Azonban azt is figyelembe kell venni, hogy ezeknek a beruházásoknak a várható termelése normál éghajlati és időjárási

¹² Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-_kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

¹³ Benjamin K. SOVACOL: *How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions.* in: Energy Research & Social Science 13, 2013. p. 203.

körülmények között, mindössze az 1%-át teszi ki a világ villamosenergia-fogyasztásának. Ezen felül, ha a normál gazdasági körülmények figyelembevételével kalkulálunk, ez is elmondható, hogy ez a fogyasztás 2%-kal nő. Ezáltal a tisztaenergia-rendszerre történő átmenet, soha nem tud megvalósulni a jelenlegi beruházási aktivitás mellett. A jelenlegi aktivitásnak minimum meg kell duplázódnia tartósan, változatlan fogyasztás növekedés mellett, hogy a szükséges mennyiségű tiszta energia előállításra kerülhessen. A szakemberek között jelenleg is vita zajlik a földgáz szerepét illetően, még nem egyértelmű, hogy milyen és mekkora jelentősége van, lesz a tisztaenergia-átmenetben. Az biztosan állítható, hogy egyik pillanatról a másikra nem tűnhet el az életünkben és a piacról az olaj és a gáz. Csökkenhet az irántuk való kereslet, de továbbra is szükség van a beruházásokra az igények kielégítéséhez. Ezek a beruházások kb. 30%-os csökkenést mutatnak a 2020-as évben, ezzel elérve azt a csökkentett beruházási szintet, amely az átmenet megvalósulásához szükségesnek tartanak. Az előzetesen prognosztizált nettó globális keresleti hatás, a jelenleg érvényben levő intézkedések mellett is pozitívnak várható 2050-ig.¹⁴

A 2020-as koronavírus okozta válság kapcsán gyakorta olvashattunk a napi sajtóban arról, hogy a járvány miatt 2020 második negyedévében több mint 20%-kal csökkent a globális olajfogyasztás, amely többek rekord szintű árzuhanást is előidézett a piacon. Ez felveti a kérdést azon vállalatok számára, amelyek kizárólag az olaj és gáz piacon vannak jelen, hogy milyen mértékben függenek tőle és szükséges-e új piacok felé is nyitniuk. Az energiaipari vállalatok közül sokan már nyitottak a nap- és szélenergia irányába, azonban vannak olyanok, akik itt nem álltak meg. Számos vállalat kutatási és fejlesztési projekteket indított a hidrogén felhasználási lehetőségeit illetően. A hidrogén előállítása nem újkeletű dolog az ipari felhasználás területén, azonban az esetek többségében ez fosszilis energiahordozók felhasználásával történik, amelynek egyik mellékterméke a nagy mennyiségű szén-dioxid. Ezt a technológiát kombinálva különféle szén-dioxid-leválasztási és -tárolási (carbon capture and storage – CCS) eljárásokkal, a földgázból történő előállítással járó szén-dioxid kibocsátás, jelentős mértékben csökkenthető. Kék

¹⁴ <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210306/a-nap-es-szeleenergia-forradalma-ellenere-orokke-tarthat-az-energiatmenet-472854> (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

hidrogénnek is nevezik, az ilyen módon előállított hidrogént. Ez a folyamat átmeneti megoldást nyújthat egy zöldebb technológia felé. A megújuló energia-alapú vízbontással mondhatni korlátlan mennyiségben állítható elő hidrogén, ez az úgynevezett zöld hidrogén. Ennek a technológiának nagy előnye, hogy minimálisra csökkenthető a folyamat során az üvegházhatási gázok kibocsátása. A villamosenergia-ellátásban a földgáz és a gázerőművek szerepe nem kérdőjelezhető meg. De a globális szintű gázkeresletnek a fenntartható fejlődés érdekében csökkennie kell. Az európai épületállomány az eddigi technológiáknak megfelelően elsősorban gázfűtésre volt berendezkedve. Ez a gázfogyasztás az elmúlt 20 évet vizsgálva kb. 10%-os csökkenést (a külső hőmérséklettel korrigálva) mutat. Ez idő alatt az Európai Unió nagyjából 5 energiahatékonysági stratégiát indított el, azonban nagyon lassan javuló tendencia mutatható ki az ingatlanok energiahatékonysága szempontjából. Ennek mértékét drasztikusan növelni kell a fenntartható fejlődés pálya érdekében, hogy a következő 20 évben a kívánt eredményeket elérhessük. Ehhez jelentős mértékű épületállomány felújításra, energiahatékonysági beruházásokra, valamint a hőszivattyús és a megújuló alapú hőtermelés elterjedésére lesz szükség.¹⁵

¹⁵ <https://kitekinto.hu/2020/09/16/gazdasag/a-jarvany-miatt-felgyorsulhat-az-energiaatmenet/184457/>
(letöltés dátuma: 2021.11.22.)

5. FINANSZÍROZÁSI LEHETŐSÉGEK

Számos előnyt nyújthatnak az energiaszövetkezetek. Ezek közül, néhány már a fogalom meghatározásából is kiderült. További előnyként kiemelendő, hogy a közös cél érdekében történő egyesülés révén lehetővé válik a befektetési célú források összevonása vagy olyan területek válnak felhasználhatóvá, amelyek kifejezetten alkalmasak megújuló energia termelésére. Nem minden esetben van arra lehetőség, hogy a magán tulajdonban lévő ingatlanokon történjen meg a fejlesztés, azonban lehetséges megoldás az jelenthet az önkormányzati tulajdonú ingatlanok bevonása. Ezekben az esetekben kölcsönösen hasznos megállapodások születhetnek az energiaközösségek és a helyi önkormányzatok között. Az energiaközösségek tevékenysége nem kell, hogy pusztán az energia termelésére korlátozódjanak. Lehetőség van energiagazdálkodási és -hatékonysági projektek megvalósítására, ezáltal megvalósulhatnak például közvilágítási, e-mobilitási és a távfűtés hatékonyságát javító projektek is. Pénzügyi kockázattal a kezdeti beruházások járnak, hiszen nem tőzsdei befektetésről beszélünk. Az energiaközösségek nagy előnye, hogy külső fél irányába nem tartoznak felelősséggel, kizárólag a saját tagokkal szemben terheli őket felelősség. Funkciójukból adódóan az energiaszövetkezetek csak helyi vagy regionális szinten képesek működni, ezáltal egy bizonyos fokú közösségi érzés és érdek is motiválja a tagokat a hatékony együttműködésben. A szövetkezetekben nem csak természetes személyek vehetnek részt. Vannak olyan energiaközösségek, amelyben helyi önkormányzatok is szerepelnek a tagok között. Ennek közvetlen előnye megnyilvánulhat pénzügyi szempontból, azonban közvetett módon befolyásolhatja az egyes projektekbe vetett bizalmat is és növelheti a csatlakozási szándékot a lakosság körében. Ezáltal az anyagi források köre is növekedhet.¹⁶

Az energiaközösségeknek négy fő szempontnak kell megfelelniük:

- Részvételi jogosultság: a választott jogi formától függetlenül, kizárólag természetes személyek, önkormányzatok (helyi hatóságok) vagy kis- és középvállalkozások (KKV-k) lehetnek tagjai a közösségnek. KKV-nál

¹⁶

https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/Fact_sheets_countries/Hungary/7._Fact_Sheet_Energy_Cooperatives_HU.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

nagyobb vállalatok nem lehetnek tagjai. Ez a biztosítéka annak, hogy a nagyvállalatok ne tudják kihasználni a RED II által nyújtott különleges jogokat vagy kereteket, amelyeket kizárólag az energiaszövetkezetek számára kíván biztosítani.

- Irányítás és demokratikus döntéshozatal: fontos szempontként került meghatározásra, hogy a helyi, regionális jellegéből adódóan, ténylegesen is helyi tagoknak kell irányítaniuk a közösséget. Ez azt jelenti, hogy a közösség által megvalósított projektek helyszínéhez közel élő tagoknak kell lenniük a döntéshozóknak. A pontos definiálását a “helyi” és “közeli” szavaknak az irányelv a tagállamokra bízta. Azonban arra minden jogalkotónak tekintettel kell lennie, hogy indokolatlan akadályt ne képezzen a túl szűk értelmezéssel. A demokratikus döntéshozatal érdekében a tagonként egy szavazat biztosítása javasolt, ezáltal biztosítható az energiaközösség autonómiája.
- Nyílt és önkéntes részvétel: a tagság nem köthető diszkriminatív feltételekhez, minden potenciális tagot be kell venni a közösségbe, vagy ha el akarja hagyni, akkor azt lehetővé kell tenni számára. Ezáltal biztosítható a helyi lakosok szabad akaratának gyakorlása.
- Alternatív cél a profittermelés helyett: az energiaszövetkezetek tagjainak elsődleges célja a környezeti, gazdasági, valamint társadalmi haszon elérése. A tagok befektetésként biztosítanak forrást a közösség számára, ezáltal jogos elvárásuk a pénzügyi haszon ennek fejében. Azonban maga az energiaközösség nem lehet profitorientált.¹⁷

A felsorolt pontok többsége jelenleg is működési elvként szolgálnak szövetkezetek, társadalmi vállalkozások számára.¹⁸ A definíció egyedi lehetőség biztosít arra, hogy a megújulóenergia-közösségeket valamilyen jogi forma felvételére ösztönözze. A felsorolt

¹⁷ Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-_kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

¹⁸ <https://www.ica.coop/en/cooperatives/cooperative-identity> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

elveket, alapvetően bármely jogi formában lehetséges integrálni, azonban a szervezet alapokmányának tartalmaznia kell az összes felsorolt elvet.¹⁹

A RED II támogatási irányelv meghatároz bizonyos pontokat, amelyeknek szerepelniük kell a nemzeti támogató keretrendszerben:

- Indokolatlan szabályozó és adminisztratív akadályok csökkentése: Amennyiben a tagállamon belül ilyen akadály felmerülhet, azt felméréssel azonosítani kell és az ilyen akadályokat, még az energiaközösségek fejlesztése előtt el kell hárítani.
- Diszkrimináció-mentesség: A piac szereplői, valamint az adott tagállam kormánya nem különböztethetik meg hátrányosan a megújulóenergia közösségeket az általuk végzett tevékenységek során.
- Méltányos, arányos és átlátszó engedélyezési és regisztrációs folyamatok: A tagállami szabályrendszer nem róhat aránytalanul nagy terheket az energiaközösségekre a rájuk vonatkozó szabályok és követelmények meghatározása során.
- Méltányos, arányos, átlátszó és költségtükröző hálózati és más díjak: Minden tagállamnak átlátható módon, a társadalmi részvételi és elszámoltathatósági szabályoknak megfelelően, a költség-haszon elvnek megfelelően kell biztosítani, hogy az energiaközösségek méltányos módon tudjanak hozzájárulni az energiahálózati és egyéb rendszerköltségekhez. Biztosítani kell a lehetőséget számukra, hogy a szövetkezet által nyújtott előnyöket és hasznokat beszámíthassák.
- Pénzügyi és információs hozzáférés: Tekintettel arra, hogy az energiaközösségek részben lakossági szerveződésből alakulnak ki, nem feltétlenül biztosított a megfelelő szakmai háttér az egyes projektek adminisztrációjának, tervezésének elvégzéséhez. Felmerülhetnek olyan

¹⁹ Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-_kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

technikai vagy pénzügyi kérdések, amelyre a nemzeti támogatórendszernek választ kell adnia. Ilyen kérdéses pont lehet a projekt kivitelezhetőségét igazoló megvalósíthatósági tanulmány is, amelynek finanszírozása nehézségeket okozhat. Erre a problémára jelenthetnek megoldást a visszatérülő alapok, pályázatok, befektetési támogatás (kölcsonök, adókedvezmények).

- Hozzáférhetőség a hátrányos helyzetűeknek, energiaszegénységben élőknek, bérlőknek: Az energiaszegénységben élő háztartások számára is biztosítani kell az energiaközösséghez való csatlakozás lehetőségét. A tagállamoknak speciális programokkal, szolidaritási, valamint finanszírozási alapokkal biztosíthatóvá kell tenniük a csatlakozási lehetőséget a hátrányos helyzetűek számára is, vagyis olyan politikák és intézkedések meghozatalára van szükség, amelyek ösztönzőleg hatnak.
- Önkormányzatok és szövetkezetek közötti együttműködés: Egyre szélesebb körben vannak jelen helyi önkormányzatok energiaközösségek tagjaiként. Vannak példák is arra, hogy akár saját közösséget állítanak fel vagy meglévőhöz csatlakoznak önkormányzatok. A helyi önkormányzatoknak lehetősége van arra, hogy meghatározott szabályozási és kapacitási támogatást kérjenek, amelyhez felhatalmazásra van szükségük helyi intézkedések bevezetésére. Ilyen intézkedéseket hozhatnak például a helyi tervezés, pénzügyi politikák vagy közbeszerzés területén.²⁰

²⁰ Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár.*
https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

6. ENERGIABIZTONSÁG

Az energiabiztonság napjainkban egyre fontosabb, hiszen mindennek van egy adott szintű energiaigénye. Ez az energiaigény szinte mindig teljesíthető, de ennek meglétét gazdasági szempontok alapján is vizsgálni kell. Ez alapján az energiabiztonságot a megfizethető, gazdaságos energia oldaláról érdemes megfogalmazni. Az energiaigény évről évre egyre nagyobb, még akkor is, ha folyamatosan történik az elavult berendezések cseréje, jobb hatásfokú, gazdaságosabb gépekre. Ez a növekvő energiakereslet különösen a hatalmas lakosságú és fejlődő területeken, úgymint India és Kína, mutatkozik meg a legjobban. Azonban, ha az energiaigén felülmúlja a kínálatot, tehát energiahiány lép föl, az az energiaárak jelentős áremelkedéséhez vezet. Az európai országok egy része különösen érzékeny ezen hatásokkal szemben, hiszen energiájának legnagyobb részét importból fedezi. Ebből következik, hogy energiabiztonság alatt a megfizethető energia biztonságát értjük.²¹

Az 1970-es években, amikor a Kőolaj-exportáló Országok Szervezete (OPEC) olajembargót alkalmazott, egyik napról a másikra leállt az energiaimport politikai okokból. Néhány évvel ezelőtt pedig, Oroszország elzárta az Ukrajnába vezető földgázcsapot, amely hatással volt más európai országokra is. A szintén néhány éve lezajlott keletukrajnai fegyveres konfliktus úgyszintén csak rontott a helyzeten. Ha egy ország el tudja érni, hogy saját határain belül, minél több energiát állítson elő, akkor tudja biztosítani az állampolgárok számára, hogy az említett példákhoz hasonló politikai zavarok ne fenyegethessék saját energiaellátását. Ennek értelmében az energiahordozók diverzifikációját nem csak az energia termelési módjára vonatkoztathatjuk, hanem értelmezhetjük úgy is, hogy a termelő országok köre bővül. Ezt a diverzifikációt nehezítheti, hogy a fosszilis erőforrások ára alacsony, emiatt kisebb a megújuló technológiák vonzereje. Azonban a kormányoknak garantálniuk kell, hogy nem akad meg a tiszta átállás. Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy bár kezdetben költségesebbnek tűnhet az átállás, azonban a megújuló energia használata, energiatakarékossággal kombinálva csökkentheti az energiafogyasztó országok függését

²¹ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 19.

az energiaforrásokat kínálókkal szemben. Ez nem csupán gazdaságilag vagy környezetileg lehet megfelelő érv, hanem társadalmilag és szociális alapon is. Hiszen, ha egyik ország nem függ a másiktól az erőforrások tekintetében, akkor az ezért folytatott harcok, háborúk száma is csökkenne, ezáltal egy békésebb világ alakulhatna ki. Megújuló energia termelésére lehetőség van több, kisebb méretű decentralizált erőműben vagy kevés, de nagyobb méretű centralizált erőműben egyaránt. Utóbbi esetre hozhatók példaként a sivatagi naperőművek vagy a tengerpartokon létesített nagyméretű szél erőművek.²²

2009-ben létrehozták a Desertec Alapítványt, amely egy globális civil kezdeményezésből alakult ki. A kezdeményezés célja az volt, hogy megoldást keressen a globális felmelegedés problémájára, valamint lehetővé tegye a megbízható energiaellátás biztosítását, ezzel is elősegítve a fejlődést és biztonságot. Céljuk között szerepelt az is, hogy felhívják a figyelmet a sivatagi régiókban rejlő energiapotenciálra.²³ A projekt részeként nagy nap- és szél erőműveket telepítése volt a cél a Földközi-tengert övező országokba (beleértve Észak-Afrikát). Ezek az erőművek, Európa számára termelnének áramot. Ez a törekvés kiváló példaként szolgálhat arra, hogy a megújuló energiatermelésnek nem kell kizárólagosan, decentralizált módon megvalósulnia. A Desertec képviselői úgy vélték, hogy egy ilyen nagyméretű rendszerben megtermelt áram, alacsonyabb költségen állítható elő, mint az eddig hagyományosnak tekintett módon. Ezen felül, véleményük szerint az érintett, szegényebb országokban a gazdasági fejlődés is megindulna, valamint az energiatermelés is megbízhatóbbá válna. Ezt azzal magyarázták, hogy az erőműveket az erre legalkalmasabb területeken építenék fel. A projektet azonban 2014-ben leállították, legalábbis a megújuló áram európai exportját illető részét. Észak-Afrikában újabb megújulóenergia-projektek indult, amely a helyi fogyasztásra szánt energia megtermelését célozta. Az már a jövő kérdése, hogy vajon politikai zavarok esetén, folytatódna-e Észak-Afrikából a megújuló áram Európába történő exportja.²⁴

²² Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. pp. 19-20.

²³ <https://www.desertec.org/about-us/> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

²⁴ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 20.

A heidelbergi Energetikai és Környezetvédelmi Kutatóintézet (IFEU) és a Gazdasági Struktúrakutató Intézet (GWS) közös kutatása szerint az energiaiimport csökkentésében nagy szerepet játszhat az energiahatékonyság is. Azt az eredményt kapták kutatásuk során, hogy egy hatékonyabb energiafogyasztású forgatókönyv megvalósulása esetén, négy milliárd euróval lehetne csökkenteni az energiaiimportot 2030-ra, egy kevésbé hatékony forgatókönyvhöz képest. Ha ebből a szempontból nézzük, az energiabiztonságot az energiafordulat is növeli.²⁵

²⁵ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 11.

7. ÚT AZ ENERGIAKÖZÖSSÉGEK FELÉ

Az erőművek az elmúlt évtizedekben számos fejlődési irányt mutattak mind hazai, mind nemzetközi szinten. Ezzel párhuzamosan az energiapolitikák is folyamatosan alakultak:

- az 1960-as és '70-es évek legmeghatározóbb iránya a szénerőművek építésében mutatkozott meg,
- az 1980-s éveket az atomerőmű építési korszakának tekinthetjük, bár ez napjainkban is jelen van,
- az 1990-es évek a földgáz üzemű erőművek határozták meg,
- a 2000-es évektől előtérbe került a megújuló energiaforrások által termelt energia.²⁶

Napjainkra az egyes országok eltérő fejlettségi szintet mutatnak mind a megújuló energiaforrások felhasználásában, mind az energiaközösségek elterjedtsége tekintetében. Ennek lehetnek gazdasági okai, valamint társadalmi okai is. Hiszen, ha utóbbit nézzük, vannak olyan európai nemzetek, akik sokkal nyitottabban és elhivatottabban igyekeznek a zöld megoldások alkalmazására és a mindennapokba való beépítésébe, mint hazánkban. Az alábbiakban néhány európai ország kerül bemutatásra, hogyan tudnak az energiaközösségek megvalósulni, valamint milyen háttérrel rendelkeznek ezekhez.

7.1 Németország

Az orosz-ukrán konfliktus is felhívta a figyelmet az energiabiztonság fontosságára. 2014-ben a Fraunhofer IWES Kutatóintézet kutatása arra az eredményre jutott, hogy a megújuló erőforrások használatának növelésével, olyan mértékű energiamegtakarítás lenne elérhető, hogy 2030-ra elérné a jelenlegi német földgázimport mértékét Oroszországból. Ezáltal lehetővé válna, hogy csökkenjen Németország import miatti energiafüggősége más országoktól. A fosszilis üzemanyagok kiszámíthatatlan

²⁶ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. p. 174.

árváltozásaival és a globális politikai hatásokkal szemben ellenállóbbá válhatna az ország.²⁷

Németország a napenergiában rejlő lehetőségek kiaknázása mellett döntött, amely miatt számos kritika érte az elmúlt évtizedben, mivel eddig drága technológiának bizonyult. Azonban jelen állás szerint, olcsóbbnak bizonyul a tengeri szélenergiával szemben a fotovoltaiikus energia. Továbbá képes felvenni a versenyt a biomasszával és bizonyos becslések arra engednek következtetni, hogy hamarosan a szárazföldi szélenergiával szemben is. A kritikák helyett, valószínűleg inkább köszönettel tartozunk Németországnak, mivel a németeknek köszönhetően a napenergia olcsóbbá vált az egész világ számára. A napenergia olcsóbbá válásának egyik oka, hogy az áramtermelő napelemek ára az elmúlt két évtized során drasztikusan csökkent. Ilyen mértékű csökkenés egyik megújuló energia esetén sem figyelhető meg, ráadásul a szakemberek szerint a következő évtized során tovább csökken, ezért válik lehetségessé, hogy felvegye a versenyt a szárazföldi szélenergiával. Újabb kihívásként a megtermelt nagymennyiségű napenergia elhelyezésére kell megoldást találni az energiaellátó rendszerekben. Annak ellenére, hogy az ország éghajlati adottságai alapján nem tekinthető kifejezetten napos területnek, mégis a világ egyik legnagyobb fotovoltaiikus piacának helyévé vált. Napsütéses napokon, a meglévő német napenergia rendszer, képes akár az ország energiaigényének 50%-át is biztosítani pár órán át, alacsony energiafogyasztás mellett. Első alkalommal 2015 júliusában volt arra példa, hogy meghaladja az atomenergiával előállított áram mennyiségét a napelem által termelt. Ez is azt bizonyítja, hogy szükség van az energiapiac újratervezésére és átstrukturálására, amelynek eredményeként a napenergiának nagyobb részesedéshez kell jutnia. A fent említett eset arra is enged következtetni, hogy a napenergia révén csökkenthetők a nagykereskedelmi energiaárak.²⁸

Nagyszerű példa az energiaközösség kialakításra a németországi Pfaffenhofen an der Ilm község munkája. A közösség 2012-ben alapult és napjainkra már közel 1.000 fő tagja a kezdeményezésnek a 26.000 fős városból. A közösségbe történő csatlakozáshoz egy 100 eurós alapdíj megfizetése szükséges. A közösségbe belépő tagok többsége

²⁷ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. pp. 11-19.

²⁸ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 80

nyugdíjas, akik az évek alatt megspórolt pénzüket egy biztos befektetésbe kívánták tenni, illetve saját családjaik környezetéért szerettek volna tenni. Átlagosan a tagok 10.000 euróval járultak hozzá az energiaszövetkezet céljaihoz. Az első projekt, amely közösség által került megvalósításra, egy 285 kWp teljesítményű napelemes rendszer létesítése volt, a helyi bevásárlóközpont parkolójában. A rendszer úgy került kialakításra, hogy a parkoló fölé telepített napelemek árnyékoló, illetve védelmi funkciót is be tudjanak tölteni (car-port system). Ez a megoldás egy optimális lehetőség, hiszen az amúgy használatlan (parkolt) területen, igen nagy mennyiségű villamos energia tud termelődni, a parkoló autók mennyiségétől függetlenül. Mivel egyre szélsőségesebb időjárási viszonyokkal kell megküzdeni, így a napelemes rendszer nyáron a hőségtől, viharoktól, heves esőzésektől is megvédi az autókat. A projekt közel 300 millió forintnak megfelelő összegből került megvalósításra. A projekt teljes költségének fedezetét az energiaközösség tagjai kb. 1 hét alatt gyűjtötték össze. Mivel Németországban is egyre elterjedtebbek az elektromos autók, így a parkolás közben az autók könnyedén feltölthetik akkumulátorjaikat. Ezt a szolgáltatást a közösség tagjai egy applikáció segítségével kedvezményes áron használhatják. A város szinte teljesen önellátóvá vált energetikai szempontból. A napelemes rendszeren mellett, a közösség szélturbinákat is telepített a város határában 2014-ben. A településen a 2000-es évek közepétől megtalálható egy biomassza erőmű is, amely a város teljes egészét ellátja távhővel. Ennek üzemeltetéséhez a helyi erdőkből, gazdaságokból, fafeldolgozókból származó fát, illetve a bútorgyárak hulladékait használják fel. A fontosabb épületek energiatermelése mikro CHP erőművekkel is el van látva. A helyi szennyvíztisztító és sertéstartó telepen a keletkező iszapból is energiát állítanak elő, amelyet visszafogatnak a tisztítófolyamatok energiáinak fedezésére. A telepek energiatarolóval is rendelkeznek, így egy ötnapos áramkimaradás esetén is megoldott a működés. Mivel a villamos fogyasztás nem kiegyensúlyozott, így a város egy úgynevezett „*power-to-gas*” (P2G) rendszert is kialakított, amely segít kiegyenlíteni az esetleges áram túltermelést-túlterhelést. A városban épített új épületeknél már előírásként szerepel, hogy kötelező rácsatlakozniuk a helyi megújuló energiából működő távhőszolgáltatásra, illetve a háztetőkre kötelesek fotovoltaikus rendszert telepíteni. A megújuló energiaforrásokba való befektetés hozzájárul a közösség, és a világ energiatermelésének dekarbonizációjához, másrészt a közösség tagjainak is pénzügyi előnyt jelent, hiszen az energiaközösségi projekt méretétől és az energiaforrástól függően

3-6 %-os hozamot biztosít a projekt. Ez a példa is azt bizonyítja, hogy az alapító tagok jó helyre fektették be megtakarításukat, megalapozták a közösség és a város zöldebb jövőjét.²⁹

Tekintettel arra, hogy Németország már jóval korábban letette a voksát a napenergia és a megújuló energia mellett, így már kiforrott technológia áll rendelkezésre, melynek köszönhetően lehetősége van energiaexportörként megjelenni a globális energiapiacon. Az energiafordulat élénkíti a zöld innovációt, valamint lehetővé teszi újabb munkahelyek megteremtését. A Német Napenergia-ipari Szövetség (BSW) becslései szerint 2013-ban az export a német napelemgyártás 65%-át tette ki. Ez az arány 2011-ben 55% volt, 2020-ban viszont elérte már 80%-ot. A Német Szélenergia Szövetség (BWE) szerint a szélenergiát hasznosító termékek jelenlegi exportrátája 70-80%. Fontos nagy hangsúlyt fektetni az energiahatékonyság fokozását szolgáló termékek piacára, annak ellenére, hogy ez már jelenleg is jelentősnek mondható az országban. A szemberek szerint ez párhuzamosan fog növekedni a megújuló energia piacával. Elmondható azonban, hogy Németország már most is központi szereplőnek tekinthető mindkét piacon, így az eddigi jelentős befektetések várhatóan csak növekedni fognak az ágazatban.³⁰

Németország a szegénység ellen úgy tud a leghatékonyabb módon küzdeni, ha megfelelő megélhetést biztosító munkahelyeket teremt a lakosság számára. Abban, hogy a német ipart sikerrel felkészítsék a jövő technológiáira, az *“Energiewende”* vagyis az energiafordulat játszik nagy szerepet. A motorüzemanyag és a fűtőolaj árához viszonyítva, a villamos energia ára lassabban növekedett az elmúlt évtizedben. Azok a háztartások, amelyek alacsonyabb átlagjövedelemmel rendelkeznek, úgynevezett energiaauditot kérhetnek, hogy csökkenthessék az energiafogyasztásukat és a felesleges fogyasztások kiszűrésre kerülhessenek. A statisztikák szerint, még a legszegényebb háztartások is a bevételeik kevesebb, mint 10%-át költik energiára. A tiszta energia révén, Németország nem csak a saját alacsonyabb jövedelemszinttel rendelkező lakosain tud

²⁹ <https://energiaklub.hu/cikk/a-kozossegi-energia-nemetorszagban-egy-bajor-kisvaros-peldamutato-tortenete-5014> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

³⁰ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 13.

segíteni, hanem a világ szegényebb országaiban lakókon is, azáltal, hogy a globális felmelegedés hatásait próbálja mérsékelni.³¹

7.1.1 Fotovoltaikus villamosenergia termelés

Ha abszolút értékben nézzük, Kínát leszámítva, Németország nagyobb mennyiségben telepített fotovoltaikus naperőművet, mint bármely más ország a világon. Ez 2015 végéig kb. 39 gigawattot tett ki. Legfontosabb összehasonlítási alapként a napelemes rendszerek teljesítményének a nyári csúcsigényhez viszonyított aránya adja. Ennek oka, hogy a napenergia leginkább a nyári délutáni órákban hasznosítható, azonban a németeknél alacsonyabbnak tekinthető az energiaigény ebben az időszakban a télihez képest. Ez azzal magyarázható, hogy a lakosság kevesebbet használja a légkondicionáló készülékeket nyáron, míg a téli időszakban a fűtés miatt nagyobb az energiaigényük.³²

A fotovoltaikus áramtermelés mellett állók évek óta próbálják felhívni a figyelmet arra, hogy ebédidő környékén érik el csúcsteljesítményüket a napelemes rendszerek. Ebben az időszakban csúcsterhelés figyelhető meg a hálózatokban, amely azt bizonyítja, hogy kiváló megoldásként szolgál a napenergia. Ennek egyik hatása, hogy a hagyományos erőművek alacsonyabb profitot termelnek, mivel nem szükséges teljes kapacitáson működniük. Emellett a déli órákban, mivel a napelem rendszerek a legnagyobb teljesítményükön működnek, ebben az időszakban már nem szükséges a csúcserőműveket sem bekapcsolni. Ennek következményeként kénytelenek a megtermelt energiát alacsonyabb áron értékesíteni.³³

“A német napenergia-termelés 2014. június 6-án történelmi csúcst ért el 24,2 gigawattal, ami a csúcsponton kielégítette a teljes energiaigény egyharmadát, bár az egész napra nézve csak a fogyasztói igény egyhatodát. 2015 áprilisában új rekord született 27,3 gigawattal.”³⁴

³¹ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. pp. 150-151.

³² Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 81.

³³ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 82.

³⁴ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 81.

Más rekordok is születtek az országban, ezzel is bizonyítva, hogy a napelem lehet megoldás az újfajta energiatermelésben. 2019. júniusában a Fraunhofer ISE adatai szerint, Németország fotovoltaikus rendszereinek termelése elérte a 7,3 TWh-t, majd ezt 2021. júniusában, jelenleg is globális rekordnak számító 7,99 TWh termelési szint követte. Ez azt jelenti, hogy az ország nettó villamosenergia-termelésének 20,6%-át a napenergia termelés fedezte, valamint a megújuló energiák aránya ugyanebben az időszakban elérte a 48,3%-ot, úgy, hogy közben az ország villamosenergia fogyasztása jelentősen megnőtt.³⁵

A 2021-es évben, Németország több mint 3,61 GW-tal növelte sikeresen napelemes kapacitását. Viszonyításként, Magyarország az összes meglévő napelemes kapacitása nem éri el ezt a számot. Elmondható, hogy Németország összesített napelemes kapacitása már most meghaladja az 56,1 GW-ot. A német kormány a 2022-re előírányzott 1,9 GW-os napelemes kapacitási lehetőséget, már meg is emelte 4 GW-ra. Azonban egyes szakemberek szerint, ez a szám még további 2 GW-tal fog nőni az idei évben zajló választások hatására. A tervszerű szerint a napelemeket földre és háztetőkre telepítenék, amelyet kb. 100 MW agrovoltaikus és vízen lebegő napelemparkokkal egészítenének ki.³⁶

2023-ban lép hatályba az a jogszabály, amely szerint kötelező lesz a napelem rendszerek telepítése Berlinben. Az új szabályozás értelmében, minden újonnan épülő épület tetejére legalább 30%-os arányban napelemnek kell kerülnie. A törvény nem csak az új épületekre vonatkozik, hanem az 50 m²-nél nagyobb hasznos területű tetővel rendelkező ingatlanokra is, amelyek nagyobb felújításon esnek 2023-tól. A jogszabály alternatív megoldásokat is kínál a lakóépületek számára, így különböző minimum követelmények kerültek meghatározásra. Legfeljebb kétlakásos ingatlanok esetén 2 kW teljesítményű napelem rendszert szükséges telepíteni. Három-öt lakásos háznak 3kW-os, míg hat-tíz lakásos ingatlanoknak 6 kW-os rendszert kell telepíteniük. Az Investitionsbank Berlin biztosítja majd az új szabályok végrehajtását. Teszi ezt beruházási kölcsönök és garanciák formájában, az általa finanszírozott napelem telepítési

³⁵ <https://www.napi.hu/nemzetkozi-gazdasag/napelem-rekord-aramtermeles-atomeromu-szeneromu-energiamix-fraunhoferise-nemetorszag.732156.html> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

³⁶ <https://www.eu-solar.hu/blog/tovabb-duborog-a-nemet-napelem-telepites/> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

finanszírozási programon keresztül. A szabályszegőkre 5.000 euróig terjedő bírság szabható ki, amennyiben egy- vagy kétlakásos családi házról van szó. A többlakásos ingatlanok esetén 25.000 euróban maximalizálták a bírság összegét, míg a nem lakóépületekre vonatkozóan 50.000 eurós határt szabtak. Az új jogszabály nem csak a fenntartható fejlődés és a környezetvédelem szempontjából üdvözlendő, hanem abból a szempontból is, hogy ezzel mérsékelhetővé válik Berlin légszennyezettsége, így közvetett módon a lakosság egészségéért is tesznek. Várhatóan az elektromos autók terjedését is ösztönzi, majd az új szabályozás, amely tovább segíti majd a légszennyezés csökkenését.³⁷

A naphőt és a geotermikus energiát az egyéb energiatípusok közé soroljuk. Utóbbi alatt a fűtésre és villamosenergia előállítására is használhatót értjük. Geotermikus energia hasznosításához földrajzi adottságok is szükségesek. Nyilván Németország nem rendelkezik olyan potenciállal ezen a területen, mint Izland vagy az Egyesült Államok. De ettől függetlenül vannak olyan területei, ahol van lehetőség ezen erőforrás kiaknázására. A naphő a napenergiával szemben, nem ért el akkora sikereket. Ennek oka, hogy a napkollektorok költsége nem mutatott olyan drasztikus csökkenést, mint amelyet a napelemek esetén figyelhetünk meg. Hosszú távon természetesen a fogyasztás költségeinek csökkenésével megtérülhet ez a beruházás is, azonban a kezdeti költségek sokak számára nagy terhet jelent vagy akár megfizethetetlen is lehet. Ennek kompenzálása érdekében Németországban bevezették a Piacösztönző Programot, amely támogatást biztosít a megújuló hőenergia-berendezések telepítésére, mint például: napkollektorokra, biomassza tüzelésű fűtőrendszerekre vagy energiahatékony hőszivattyúkra.³⁸

7.1.2 Vízenergia

1991-ben a meglévő kisebb vízerőművek érdekében bevezetésre került Németországban a kötelező átvételi ár. Mivel az ország vízenergia-potenciálját alapvetően már kiaknázták, így az elmúlt 25-30 évben, néhány új rendszert leszámítva,

³⁷ <https://www.pv-magazine.com/2021/06/18/solar-mandatory-on-new-buildings-in-berlin-from-2023/> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

³⁸ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. pp. 86-88.

nem kerültek új vízerőművek telepítésre. 1990-ben kb. 17,4 TWh vízenergiát termeltek az országban. Ehhez képest a 2015-ben kb. 19,3 TWh volt a teljesítmény, amely nem túl jelentős különbség, mindössze 10% körüli növekedésnek tekinthető. Természetesen a megtermelt mennyiséget az időjárás is erőteljesen befolyásolja, hiszen az 1996-ban megtermelt 22 TWh nagyobb növekedésnek minősül, de kiugró adatként szerepel az éves átlagokhoz képest. Ha azonban ezt az értéket vennénk alapul, akkor 10%-os csökkenésről beszélhetünk a vízenergia-hasznosítást illetően. A rendszerek korszerűsítésével párhuzamosan végeztek környezetvédelmi fejlesztéseket is vízerőműveken az elmúlt évtizedben, ezáltal a hatékonyságuk is javul.³⁹

7.1.3 Megújuló hőenergia

Megújuló hőenergiáról abban az esetben beszélhetünk, amikor megújuló energiaforrásból, mint a biomassza vagy a napkollektor, történik a hő termelése. Azonban maga a kifejezés vonatkozhat fűtőművek hulladékhőjének kinyerésére is. A német energiafogyasztás 40%-át a fűtés teszi ki. A megújuló villamosenergia-termelésnél nagyobb potenciállal rendelkezik a megújuló hőtermelés. Ez azzal magyarázható, hogy az áram Németország energiafogyasztásának mindössze 20%-át teszi ki. A vízenergiával ellentétben a megújuló hőenergiára vonatkozóan nem került kötelező átvételi ár meghatározásra, így nem tudott igazán teret nyerni az országban. Ennek megoldása érdekében került meghozatalra az a jogszabály, amelynek célja, hogy az ország hőigényének 14%-a megújuló forrásokból kerüljön fedezésre 2020-ig. Az úgynevezett megújuló fűtés törvény kimondja, hogy az újonnan épülő házaknak megadott arányban kell megújuló energiaforrásra alapoznia a fűtésrendszerét.⁴⁰

7.1.4 Megújuló hőenergia biomasszából

A megújuló hő nagy mértékben biomasszából származott eddig. Azon belül is főként faforgácsból, tűzifából és fapelletből. Utóbbi felhasználásnak aránya egyre nagyobb mértékben nő. A már említett Piacösztönző Program, szigorú hatékonysági és

³⁹ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 87.

⁴⁰ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 87.

kibocsátási feltételek mellett, de szintén támogatja a megújuló hőenergia termelését biomasszából. Az ilyen típusú erőművekben keletkező hulladékhő felhasználható távfűtési hálózatokban is. A megújuló energiára vonatkozó jogszabályok szerint, a biomassza erőműveknek az áramtermelés során keletkezett hulladékhő bizonyos hányadát vissza kell nyerniük.⁴¹

7.1.5 Megújuló hőtermelés hőszivattyúkkal és napkollektorokkal

Az energiapiacra folyamatosan jelennek meg az új technológiák, amelyek megújuló energiaforrások alkalmazásával állítanak elő energiát. Példaként említhető a „sekély” geotermikus energia. Ezen technológia alkalmazása során a hőt talajvízből vagy nem sokkal a föld felszíne alól nyerik ki, majd ezt követően a kinyert hőt hőszivattyúkon keresztül hasznosítják, ahogy a környezeti levegő hőjét is. Hőszivattyús fűtési rendszer a német újjépítésű ingatlanok egyharmad részében került kiépítésre 2013-ban. A lakóházak és üzlethelyiségek esetén lehetőség volt napkollektorok telepítésére is. Ennek köszönhetően 2015-ig 2,15 millió napkollektoros rendszer került telepítésre, kb. 19,2 millió m²-es felületen. Ahogy korábban is már említésre került, ez a piac nem képes olyan ütemű növekedésre, mint a napenergia-szektor, mivel nem került Németországban bevezetésre a kötelező átvételi ár. Ennek támogatására pusztán a környezetvédelmi adó és kibocsátáskereskedelemről finanszírozott adó-visszatérítés szolgált. A napkollektorok ára minimálisan mérséklődött az elmúlt évek során, azonban a telepítés költségei változatlanul magasak maradtak, ezáltal a rendszer összköltsége szinte változatlanul mondható. Németországban ez a megoldás, inkább a kisebb méretű családirészek vagy néhány lakásos lakóházak esetén jellemző. Ezzel szemben például Dániában közkedvelt megoldásnak számít és szabadon álló nagyméretű napkollektorokkal találkozhatunk. Ennek oka, hogy 20%-os áron, versenyképesebb költségek mellett lehet telepíteni a rendszert. Ebből levonható az a következtetés, hogy Németország számára is lehet potenciális fejlődési irány a megújuló hőtermelés hőszivattyúkkal és napkollektorokkal. Ezt már a szövetségi kormány is felismerte, így bejelentették az „Épületek Energiahatékonyságára Irányuló Stratégia” részeként a távfűtésben alkalmazandó

⁴¹ Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 87.

napkollektoros rendszerek támogatását. A még kiaknázatlan rendszer, jelenleg csak a német hőigény 1%-át fedezi, amely abból a szempontból szomorú, hogy az ország energiafogyasztásának 40%-a hőenergia. Így hosszútávon mindenképp ajánlatos a megfelelő támogatórendszer kialakítása, hogy a megújuló hőben rejlő lehetőségek kiaknázásra kerüljenek, amely kulcsfontosságú lehet a német energiafordulat szempontjából.⁴²

7.2 Dánia

Ha szóba kerül a megújuló energia és a zöld technológia, szinte biztosan a beszélgetés részét képezi Dánia is, mint a fenntartható fejlődés és megújuló energiaforrások használatának élharcosa. A szén-dioxid kibocsátás csökkentését példaértékű módon tette függetlenné a magas gazdasági növekedéstől. Azonban bizonyos politikai döntések kapcsán merültek fel kérdések ezzel az elkötelezettséggel kapcsolatban. Dániában a zöld energiára történő átállás az 1970-es évek olajválságára vezethető vissza. A válság következtében a társadalom és a politikai szereplők is felismerték, hogy túlzott mértékben függenek más országoktól az energiainport miatt. A probléma megoldására első lépésként az Északi-tengeren kezdeményeztek kutatásokat olaj- és földgázlelőhelyek megtalálására. Ezáltal az erőművek többelthőjét használva, lehetőség nyílt a távfűtési rendszer bővítésére a földgáz-hálózatokon keresztül. Megújuló energia szempontjából pedig a szélenergia irányába nyitottak. Az atomenergia gondolata hamar elvetésre került a koppenhágai atomellenes tömegtüntetéseknek köszönhetően. Azonban atomenergia importra továbbra is szüksége van az országnak, mivel vannak olyan időszakok, amikor a belföldi energiatermelés nem képes fedezni a szükségletet. Főként Svédországból és Németországból történik az import, de fontos megjegyezni, hogy az általános dán politikai felfogás továbbra is elutasítja az atomenergiát.⁴³

A dán energiapolitika kialakításában meghatározó szerepet játszott az 1987-es ENSZ Brundtland bizottság klímajelentése. A világon elsőként Dániában hoztak jogszabályt a szén-dioxid kibocsátás csökkentésre vonatkozóan 1989-ben. Azóta a

⁴² Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. pp. 87-88.

⁴³ Tore KELLER: *Az éllavas - Dánia elveszíti a pozícióját?* in: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017. p. 126.

klímapolitika központi elemévé vált a dán energiapolitikának. Dánia jelenlegi energiapolitikai tervei szerint 2050-ig kivezetésre kerül a fosszilis energiával történő energiatermelés. Ahhoz, hogy ez megvalósulhasson, rendkívüli beruházásokra és innovációra lesz szükség, amelyet mind a politikai akarat, mind pedig a társadalom, valamint az üzleti szféra is teljes erejével támogat. Azonban azt nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az energiafogyasztás fedezése érdekében továbbra is jelentősen támaszkodik az ország az olaj, szén és földgázalapú energiatermelésre. Az Északi-tengeren talált olaj- és földgázlelőhelyek lehetővé tették, hogy az ország az 1990-es évektől önellátóvá váljon az energiahordozók szempontjából, ráadásul gazdasági növekedést is eredményezett. A tengeri szélerőművek felépítése többek között az energiaexportnak és kiszabott magas adóknak köszönhető. A magas energiadók a lakosságot és az üzleti szférát egyaránt terhelik. Az innen befolyt összegekből finanszírozzák a megújuló energiára alapuló projekteket.⁴⁴

Ilyen megújuló energia projekt a Horns Rev III tengeri szélerőműpark létesítése 25-40 km-re a dán Jutland parttól. A projekt megvalósítását 2015-ben kezdték meg, az első alapok 2017-ben kerültek a tengerbe, majd ezt követően 2018 decemberében kezdték meg munkájukat az első turbinák, bár felavatásukra 2019 nyarán került sor. A projekt három új standardot állít fel a tengeri szélerőművekből származó megújuló energia árával és a dán vizeken működő szélturbinák méretével kapcsolatban:

- a Horns Rev III energiatermelése lesz az egyik legolcsóbb Európában, 0,77 dán korona kWh,
- az erőmű a 406,7 MW teljesítményével Európa egyik legnagyobb szélenergia-termelőjévé válik,
- az erőműhöz a világ legerősebb szélturbináját, a 8,3 MW-os MHI Vestas V164-et választották.

⁴⁴ Tore KELLER: *Az éllóvas - Dánia elveszíti a pozícióját?* in: A német energiaátmenet könyve. Energy Transition 2017. pp. 126-127.

A Horns Rev III hozzávetőlegesen 425 000 dán háztartás éves villamosenergia-fogyasztását képes ellátni, amellyel erősíti a Horns Rev I és II parkok munkáját.⁴⁵

Alapvetően a lakosság támogatja a megújuló energia alapú projektek megvalósítását, azonban, ha a saját környezetükben történik ennek megvalósítása, akkor megfigyelhető bizonyos mértékű ellenállás. Erre példa a vidéki Osterildbe tervezett szélérőmű tesztüzem, amely végül a tiltakozások ellenére, de végül megvalósult. Hasonló módon a tengeri szélérőművek kapcsán is hallani ellenállásról, mégis a lakosság jelentős többsége támogatja megújuló energia projekteket. Dánia sikeresen csökkentette a széndioxid kibocsátását, ezáltal kevésbé káros hatással van a Föld éghajlatára, azonban a WWF kutatásai szerint a bolygó TOP5 legtöbbet szennyező népe között szerepel. Ha országos szinten nem is, de helyi szinten mindenképp vannak sikeres példák sikeres projektekre. Samsoe szigete például sikeresen átállt a 100%-ban fosszilis erőforrásoktól mentes energiatermelésre. Dániában is vannak példák energiaközösségekre, itt főként szélturbina szövetkezetek jöttek létre, amelyeknek 1-3 db szélturbina van a tulajdonában, kisebb városok vagy ipari területek közelében. Több, mint 40.000 dán állampolgár birtokol tulajdoni részesedést energiaközösségben, ezáltal már több, mint 5.200 szélturbinát telepítettek az ország különböző pontjain. Dánia jó példa arra, hogy bizonyítsa, hosszútávú és átfogó tervezéssel, megfelelő támogatások és ösztönzések mellett csökkenthető az energiafüggőség és lehetséges a megújuló energiaforrásokra való áttérés.⁴⁶

7.3 Magyarország

Több, mint száz évre visszavezethető a megújuló bázisú villamos energiatermelés múltja. A kezdeti időszakban még vízerőművek útján látták el a fogyasztói körzeteket, amelynek elengedhetetlen feltétele volt egy stabil, jól felépített villamos hálózat. Magyarország környezeti adottságai kiváló háttérrel biztosítanak a biomassza tüzeléshez, hiszen az erdőgazdálkodás és a gabonatermesztés melléktermékeként folyamatosan van utánpótlás lágyszárúakból és szalmából. Azonban ennek a területnek a fejlesztése,

⁴⁵ <https://powerplants.vattenfall.com/horns-rev-3/> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

⁴⁶ Tore KELLER: *Az éllóvas - Dánia elveszíti a pozícióját?* in: A német energiaátmenet könyve. Energy Transition 2017. pp. 127-128.

jelenleg nemképezi részét a magyar energiapolitikának. Hazánkban a fejlesztések elsősorban a szél és a napenergia, napelemes erőművekkel történő hasznosítását tűzték ki célul. A megújuló energiával működő erőművek jelenleg még költségesebbnek bizonyulnak a nukleáris és fosszilis alapon működő erőművekhez képest. Jelenleg az új technológiákkal működő erőművek még nem lennének képesek helyettesíteni vagy akár teljes mértékben átvenni az alaperőművek feladatát, szerepét. Később azonban, ha a rendszerbe beintegrálásra kerülnek a megfelelő tárolók, akkor decentralizáltan működő menetrendtartó és csúcsszabályozó kapacitásokként lehetnének jelen az alaperőművek mellett.⁴⁷

2020-ban az Európában lévő közösségi energiatermelés révén, az uniós jogszabályok után, a magyar jogban is megalkották az energiaközösségek fogalmát. A 2020. évi CLXXVI. törvény 26.§ (1) bekezdése iktatta be a fogalmat a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvénybe (VET). A vonatkozó szakasz 2021. január 1-től lépett hatályba. Ennek megjelenése nem csak a szövetkezeti energiatermelést, hanem a nonprofit szervezetek által létrehozott közösségi energiatermelésben való részvételt is engedélyezi, úgymint civil szervezeteknek, vállalatoknak vagy önkormányzatoknak. A törvény meghozatalának fő célja a felzárkóztatás volt a nyugati országokhoz. Emellett az áramtörvény kiegészítése segíti a gazdasági, szociális és környezeti innovációk megjelenését, amely az energiaszövetkezetek egyik fő célja is egyben. Ezek megjelenhetnek, mint korszerű energiatermelés, -fogyasztás, -tárolás, rugalmasság a villamosenergia elosztásban, -megosztásában és -aggregálásában, valamint az egyre nagyobb teret hódító e-mobilitás üzemeltetésére. 2021-ben már részlegesen megtörtént a jogharmonizáció az uniós jogszabályokkal. A VET módosítása nagy előrelépésnek számít a megújulóenergia-közösségek szempontjából, hiszen ezáltal megteremtették a feltételeit a hazai energiaszövetkezetek megalakulásának. Hazánkban is egyre inkább terjed az zöld energia és ezzel együtt a közösségienergia termelését fellendítő pályázatok köre is bővülni látszik. Jelenleg két nagyobb pályázat áll nyitva a családok energiatermelésének segítésére. Az egyik pályázat 50%-os vissza nem térítendő támogatást biztosít

⁴⁷ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. p. 172.

otthonfelújításra (maximum 6.000.000 Ft -ig), ez az Otthonteremtési Program részeként meghirdetett Otthonfelújítási támogatás. A támogatás részeként a lakóépület energetikai korszerűsítése a cél. Korszerű energiatermeléssel (fotovoltaikus rendszer), korszerű fűtési rendszer kialakítással (kondenzációs kazán, hőszivattyú) vagy akár az épület szigetelésével és a nyílászárók cseréjével is pályázható a támogatás. A másik projekt is hasonló feltételekkel került kialakításra, azonban ebben az esetben 100%-ban vissza nem térítendő támogatást kínál az állam. A projekt célja lakossági napelemes rendszerek támogatása és fűtési rendszerek elektrifikálása napelemes rendszerekkel kombinálva.

A közösségi energiatermelésben óriási lehetőségek rejlenek világszerte, ezt már a nemzetközi példák is bizonyították. Az Európai Unión belül 2050 -re a háztartások akár felénél megtalálható lesz a megújuló energiából való energiatermelés, amelynek termelése akár 37% energiaszövetkezeten belül történhet. A szövetkezeti energiatermelésnek tagjai egyszerre fogyasztói, illetve termelői a létrehozott hálózatnak, amelyet az Európai Megújuló Irányelvek alapján a RED II. rendelet engedélyez. Előreláthatólag 30 éven belül a termelő- fogyasztó, vagyis a „prosumer” potenciál európai szinten 1558 TWh-ra nőhet, amelyből Magyarország 21 TWh-t tesz ki. Az előrejelzések szerint 2050-re nagyjából kétszer annyi villamos energiát tudna az EU termelni, mint a jelenleg az Unión belül működő atomerőművek összesen. A jelenleg folyamatban lévő támogatások alapján is jól látható, hogy ezek az ösztönzők kiváló katalizátorai lehetnek a helyi energiaközösségek alapításának, valamint a megújuló energiaforrásokból történő energiatermelésnek. Nagyszerűsége abban rejlik, hogy azok a személyek, akik nem rendelkeznek megfelelő anyagi háttérrel, hogy saját maguk telepítsenek megújuló energiákat kiaknázó rendszereket vagy éppen nincsen megfelelő tetőfelületük egy fotovoltaikus rendszer kialakításához (úgy mint egy társasházi lakó), azok is be tudnak csatlakozni az energiahatékonysági fejlesztésekbe. Ezáltal csökkenteni tudják a kiadásokat és részesévé válhatnak egy hosszútávú befektetésnek.⁴⁸

⁴⁸ HORVÁTH Nóra: *Az energia demokratizálása. Közöségi Energia - Energiaközösségek.*
<https://energiaklub.hu/cikk/az-energia-demokratizalasa-4966> (letöltés dátuma: 2021.11.26.)

7.3.1 A magyar villamos energia rendszer felépítése és működése

A villamos energia különböző technológiák révén erőművekben kerül előállításra. Számos primer energiahordozó közül válogathatunk úgy, mint nukleáris, hagyományos fosszilis vagy megújuló. A hagyományos fosszilis energia hordozók közé tartozik a szén, a földgáz, az olaj és a lignit, míg a megújulók közé tartozik a nap, szél, víz, geotermia, biomassza, biogáz és a hulladék. Az erőműveket három típusba oszthatjuk: alap-, menetrendtartó és csúcserőművek.

Az alaperőművek fő jellemzője, hogy folyamatos üzemben képesek időben állandó mértékű terhelést kielégíteni. Alaperőműnek tekintjük az atomerőműveket és a széntüzelésű erőműveket. A menetrendtartó erőművek funkciója, hogy az előre tervezhető teljesítmény igényeket képesek kiszolgálni, jól szabályozható terhelhetőség mellett. Ebbe a típusba a 3+generációs atomerőművek, a kombinált ciklusú gázturbinák, a földgáz tüzelésű erőművek, az irányítható és szabályozható megújuló bázisú erőművek, valamint az energiatárolók tartoznak. Irányíthatónak azt az energiatermelő technológiát tekintjük, amelynél a primer energia változtatható. Szabályozhatónak pedig az az energiatermelő technológia minősül, amelynek a megtermelt energiái változtathatók. A csúcserőművek olyan hirtelen jelentkező energiaigény kielégítésére alkalmasak, amelyek nem tervezhető terhelésváltozással járnak. Pár percen belül megoldást nyújtanak a nyílt ciklusú gyorsindítású gázturbinák, a forgó tengelyű, terhelés nélkül járó turbina-generátor egységek és az energiatárolók. Bármelyik megoldásról is legyen szó, az előállított villamos energia a villamos elosztóhálózaton keresztül jut el a fogyasztókhoz, akik egyben a végfelhasználók is. A villamoshálózatot négy hierarchikus szintre tagolhatjuk feladata alapján. A nagyteljesítményű erőművek által megtermelt energiát a 400 kV és 220kV feszültség szinten működő alaphálózat gyűjti össze és adja át csomóponti transzformátor állomásokon keresztül a 132 kV-os főelosztó hálózatnak. Az egyesített európai villamoshálózathoz, vagyis az ENTSO-E hálózathoz Magyarország az alaphálózaton keresztül csatlakozik. Az ipari nagyfogyasztóknak lehetősége van a főelosztó hálózatról és a közép-feszültségű hálózatról is energiát vételezni. Transzformátor állomásokon keresztül történik az energia továbbítása a főelosztó hálózatokról a 35-, 20-, 10-kV-os közép-feszültségű elosztó hálózatra. A több tíz megawattos teljesítménnyel működő erőművek a főelosztó és elosztó hálózatokra is

csatlakoznak. A megtermelt villamos energia a 0,4kV-os kisfeszültségű hálózatra újabb transzformációt követően érkezik meg. A gyakorlati példával ez úgy szemléltethető, hogy a 2000 MW teljesítményű Paksi Atomerőmű 400 kV-on Felsőzsolcai fotovoltaikus naperőmű 20 kV-on, az 5-50 kW-os háztartási méretű napelemes kiserőművek 0,4 kV-on adják át a megtermelt energiájukat a villamos hálózatnak. Szintenként lefelé az alaphálózat az MVM Zrt. tulajdonában álló MAVIR (Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt.) irányítása alá tartozik. Az alacsonyabb szinten lévő elosztóhálózatot az áramszolgáltatókhoz tartozó KDSZ-ek (Körzeti Diszpécser Szolgálat) és ÜIK-k (Üzemirányító Központok) irányítják.⁴⁹

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) 2020-as riportja szerint az országos primerenergia-termelés 2,2%-kal, míg a primer belföldi felhasználás 1,5%-kal csökkent a megelőző évhez képest. Hazánk importfüggősége 56,3%-ra csökkent. A megújuló energiaforrásokból előállított bruttó villamos energia mennyisége 17,7%-kal növekedett, míg a megtermelt hő 3,7%-kal az előző évi adatokhoz képest. A bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül a megújuló erőforrásokból termelt villamos energia részaránya 11,9%-ra növekedett.⁵⁰

Az elmúlt években megfigyelhető egy csökkenő tendencia hazánkban a biomassza termelése és felhasználása szempontjából. 2020-ban az előző évi adatokhoz képest 1,3%-os volt a visszaesés. Ezzel szemben 2020 végére a napenergia termelés és -felhasználás közel 58,8%-os növekedést mutatott a 2019. évi eredményekhez képest, továbbá a hálózatra csatlakoztatott napelemek teljesítménye több, mint 2000 MW-ot ért el, amely még a paksi atomerőmű beépített teljesítményét is meghaladja.⁵¹ Figyelembe véve a korábban említett megújuló energia felhasználására irányuló támogatásokat, pályázatokat, a 2021-es évre is jelentős növekedés várható.

⁴⁹ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. pp. 173-174.

⁵⁰ MEKH: *Energiastatisztika 2020. éves riport-előzetes adatok*. p. 1.
http://www.mekh.hu/download/6/8d/f0000/Energiastatisztika_2020e.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.25.)

⁵¹ MEKH: *Energiastatisztika 2020. éves riport-előzetes adatok*. p. 7.
http://www.mekh.hu/download/6/8d/f0000/Energiastatisztika_2020e.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.25.)

Bruttó villamosenergia-termelés							
(gigawattóra) GWh							
Energiahordozó	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020⁵²
Nukleáris	15 649	15 834	16 054	16 098	15 733	16 288	16 055
Szén és széntermékek	6 114	5 908	5 758	5 098	4 834	4 184	3 841
Földgáz	4 240	5 108	6 479	7 838	7 255	8 566	9 077
Kőolajtermékek	76	77	63	85	90	70	42
Biomassza	1 702	1 660	1 493	1 646	1 799	1 769	1 666
Biogáz	287	293	333	348	336	318	320
Kommunális hulladék megújuló	137	208	245	160	162	137	167
Víz	301	234	259	220	222	219	244
Szél	657	693	684	758	607	729	655
Nap	67	141	244	349	629	1 497	2 450
Geotermikus	0	0	0	1	12	18	16
Egyéb	173	204	290	284	360	359	391
Összesen	29 403	30 360	31 902	32 885	32 039	34 154	34 924

1. ábra: Magyarország bruttó villamosenergia-termelése

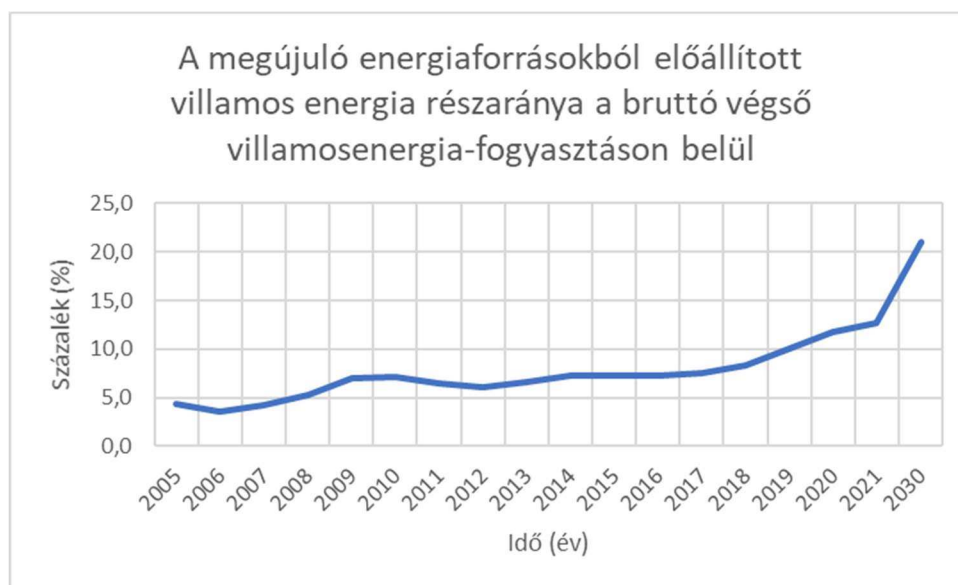
(forrás: http://www.mekh.hu/download/f/5d/f0000/4_2_brutto_villamos_energia_termeles_eves_2014_2020e.xlsx)

Az 1. ábrán is látható, hogy milyen nagy mértékben nőtt a napenergia felhasználásával történő energiatermelés. 2019-ről 2020-ra az előzetes adatok szerint 63,7%-kal nőtt a napelemek által termelt villamos energia termelése. Ez a növekedés nagyban befolyásolta a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részarányát is, amely a bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül 1,9%-kal nőtt.⁵³

⁵² Megjegyzés: 2020-előzetes adatok

⁵³ MEKH: *Energiastatisztika 2020. éves riport-előzetes adatok*. p. 7.

http://www.mekh.hu/download/6/8d/f0000/Energiastatisztika_2020e.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.25.)



2. ábra: A megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részaránya a bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül
(forrás: saját szerkesztésű ábra a MEKH adatai alapján)⁵⁴

A 2. ábráról leolvasható, hogy az utóbbi években hatalmas lendületet kapott a megújuló energiából előállított villamos energia. Ez annak is köszönhető, hogy a magyar állam és az Európai Unió folyamatosan támogatja a megújuló energiák használatát. A fellendülésnek továbbá azzal is magyarázható, hogy jelentősen csökkent a napelemes technológiák létesítésének költsége, így könnyebb a családoknak is a befektetés. 2011-hez képest kétszeresére nőtt a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részaránya a bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül. A görbe növekedési meredekségének fenntartásához az energiaközösségek, mint új lehetőség, várhatóan meghatározó szerepet fognak betölteni a következő 10-20 éves periódusban.

7.3.2 Hazánkban található megújuló energiaforrások - Vízenergia

Magyarországon a víz helyzeti és mozgási energiájának hasznosítása villamos energia előállítása céljából több, mint egy évszázaddal ezelőttre visszavezethető. A kezdeti időszakban egy-egy fogyasztó körzet ellátása céljából hoztak létre törpe vízerőműveket. Ezek a szabályozható erőművek a hagyományos típusú, megújuló bázisú erőművek közé sorolhatók. Van olyan típus, amely tároló vagy átfolyó jellegű

⁵⁴ Megjegyzés: Az adatforrás táblázat az 1. sz. Melléklet tartalmazza

technológiával működik, azonban hazánkban kizárólag a folyami típusúval találkozhatunk, amely 57 MW beépített teljesítményre képes összességében. A legnagyobb magyar vízerőműveket Kiskörén (28 MW) és Tiszalökön (12,9 MW) találhatjuk. 40 évvel ezelőtt készültek tervek arra vonatkozóan, hogy a Prédikálószéken létesítenek egy tározós erőművet, azonban ez nem került megvalósításra. Az MVM Zrt. tulajdonában van egy erdélyi “run-off river” típusú vízerőmű, amely az Úz-völgyben található és beépített kapacitása 7,5 MW. Az erőmű 3 patak munkavégző képességét használja ki. A villamos energiát 15 db turbina segítségével állítja elő a létesítmény.⁵⁵

7.3.3 Hazánkban található megújuló energiaforrások - Geotermikus energia

Hazánk rendkívül gazdag geotermikus energiában, rengeteg helyen található termálvíz és egyéb gyógyvizek. Ezek a vizek nagyjából 50-120 C° körüli hőmérséklettel rendelkeznek. Éppen ezért rengeteg kutatás, felmérés készült már, hogy ebből a természeti kincsből, hogyan lehetne megfelelő mennyiségű és minőségű villamos energiát előállítani geotermikus erőművek segítségével. Ezek az erőművek még csak elméletben találhatók meg országunkban, mert komoly technológiai fejlesztést igényelnek a rendszerek megfelelő gazdaságos működtetésük érdekében. Jelenleg a geotermikus energiát leginkább családiházak, üvegházak fűtésére és használati melegvíz előállításra használják, különösképpen az Alföld területén. A megfelelő hő kinyeréséhez hőcserélő rendszereket használnak. A technológia alkalmazására kiváló példaként szolgálhat számunkra Izland és Olaszország.⁵⁶

7.3.4 Hazánkban található megújuló energiaforrások - Biomassza

Magyarországon a 2000-es évektől beszélhetünk biomassza erőműről. A technológia sajátossága, hogy megújuló szerves növényi részekből állítunk elő energiát, amelynek alapanyaga főként szilárd növényi hulladék, vagyis fa és mezőgazdasági hulladék, valamint lágyszárú növények. Ezek elégetésével kondenzációs technológiával tisztán

⁵⁵ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. pp. 175-176.

⁵⁶ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. p. 176.

villamos energia állítható elő, azonban kapcsolt erőművekben a villamos energián kívül a hőenergiát is hasznosítani tudjuk, elsősorban távfűtésre. Az Ajkán és Visontán található erőművekben a szénhidrogének mellett faaprítékot is alkalmaznak tüzelőanyagként, amely csökkenti a szén-dioxid kibocsátást is. Pécsen legfőbb tüzelőanyagként szalmabálákat használnak. Ezekkel a technológiai megoldásokkal a biomasszából előállított energia alapján Európa középmezőnyébe tartozunk.⁵⁷

7.3.5 Hazánkban található megújuló energiaforrások - Szélenergia

A Földet érő napsugárzás által létrejött közvetett hatás a szél, amelynek energiáját az erre a célra kifejlesztett szélturbinagenerátorok alakítják át villamos energiává, majd táplálják a közcélú hálózatra. Ez a termelés szabályozható, de nem irányítható, ezért a világ számos területén már csak beépített energiatárolóval együtt engedélyezik a telepítését, amely történhet vízben, illetve szárazföldön egyaránt. Észak-Amerikában, Nyugat-Európában, valamint Ázsiában is elterjedt villamos energia termelő megoldás a szélpark létesítése. 2020-ban már összesen több, mint 120 GW beépített teljesítménnyel rendelkezett Európa a szélparkok által, amelyeket folyamatosan fejlesztenek műszakilag, hogy a szélkerék szárnyprofiljai a lehető legoptimálisabbak legyenek. Ezeken a területeken a kihasználtságuk relatívan magasnak mondható, hiszen a tengeri területeken létesített szélturbinák évente átlagosan 4500 órát, a szárazföldi telepítésű turbinák 2500 órát üzemelnek.⁵⁸

A Magyar Szélenergia Ipari Társaság (MSZIT) adatai alapján hazánkban 171 torony található, amelyeknek együttes beépített teljesítménye 329 MW. A legtöbb szélerőművet az ország északnyugati területein találhatjuk, elsősorban a komáromi és mosonmagyaróvári részen, azonban Csetény és Szápár környékén is találkozhatunk ilyen erőművekkel.⁵⁹ A szélerőművekre vonatkozó szabályok módosításáról szóló 277/2016. (IX.15.) Kormányrendelet módosította, az országos településrendezési és építési

⁵⁷ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. p. 176.

⁵⁸ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. p. 176.

⁵⁹ <https://www.mszt.hu/szeleromuvek-magyarorszagon/> (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Kormányrendeletet (OTÉK). A rendelet előírja, hogy szélfarm kizárólag akkor létesíthető, ha a beépítésre szánt területtől legalább 12 km-es védőtávolság biztosítható. Tekintettel arra, hogy Magyarország relatívan sűrűn lakottnak tekinthető, ezáltal a rendelet gyakorlatilag meggátolja a szélerőművek és parkok létesítést. Még a legkorszerűbb szélturbinák telepítése sem jelent megoldást, ugyanis a rendelet a teljesítményre és a magasságra vonatkozóan is tartalmaz korlátozásokat.⁶⁰

7.3.6 Hazánkban található megújuló energiaforrások - Napenergia

A Földet érő napsugarak energiáját lehetőség van napelemes erőművek segítségével, valamint naphőerőművek segítségével közvetlen módon hasznosítani. A félvezető technológiával működő napelem rendszerek közvetlenül állítják elő villamos energiát. Ez a technológia szabályozható, azonban nem irányítható. A naphőerőművek működésük során, irányított tükrök felhasználásával melegítenek fel valamilyen folyékony technológiai közeget. Az így termelődő hőenergia tárolható, ezáltal bármikor lehetőség van arra, hogy villamos energiát állítsunk elő belőle. Emiatt irányítható és szabályozható technológiának minősül. Európában főként a napelemes technológia terjed, ezáltal hazánkban is ez az elterjedtebb technológia. A napelemeket könnyen telepíthetjük síkfelületekre és házak tetőfelületére, ezáltal a lakossági felhasználók számára is könnyen alkalmazható megoldást nyújt.⁶¹

⁶⁰ <https://njt.hu/jogszabaly/2016-277-20-22> (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

⁶¹ MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. pp. 176-177.

8. TÁRSASHÁZI FOTOVOLTAIKUS RENDSZER TERVEZÉSE

Magyarország területe mindösszesen 93030 km², amelynek 72%-a valamilyen mezőgazdasági területként van felhasználva. Ezért különösen fontos, hogy az ország területe optimálisan kerüljön kihasználásra. Erre egyik lehetőség az épületek tetejére telepíthető napelemes rendszerek létesítése, amely az eddig kihasználatlan tetőfelületeket hasznosítja. Ezzel a befektetéssel az épület képessé válhat a teljes villamos energia önellátásra.

8.1 Tervezési lépések, szempontok

A teljes napelemes rendszert optimalizálni kell bevételi és kiadási oldalról. Továbbá meg kell vizsgálni, hogy mennyi lesz a teljes beruházási költség, a rendszer hozama és az ebből számított nyereség, illetve mekkora üzemeltetési költséggel kell számolni. Ezek függvényében határozható meg a telepíteni kívánt rendszer mérete és az inverter teljesítménye. Ezt az optimalizálást minden projektnél el kell végezni, hiszen minden terv készítése más-más szempontok alapján történik. Az optimalizálást két oldalról lehet elvégezni:

- Az egyik a termelés optimalizálása, amelyben a rendszer méretét az éves fogyasztás és termelési hozam összefüggése alapján határozzuk meg. A tervezési alapelv ennél a megoldásnál az, hogy olyan napelemes rendszert kívánunk megalkotni, amely képes éves szinten ellátni a fogyasztót.
- A másik a méret optimalizálása, amelynek során a rendszer méretét a telepíteni kívánt hely adottságai és méretei határozzák meg. Itt a tervezési alapelv az, hogy a rendelkezésre álló helyen a lehető legnagyobb beépített teljesítményt érjük el.

A tervezési folyamat során az alábbi lépéseket kell elvégeznünk:

1. időjárási adatok figyelembevétele, elemzése,
2. villamos energia fogyasztási igény felmérése,
3. tetőfelület felmérése (típus, anyag, árnyéktényezők),
4. napelem teljesítmény meghatározása,
5. megfelelő tetőtájolás kiválasztása,

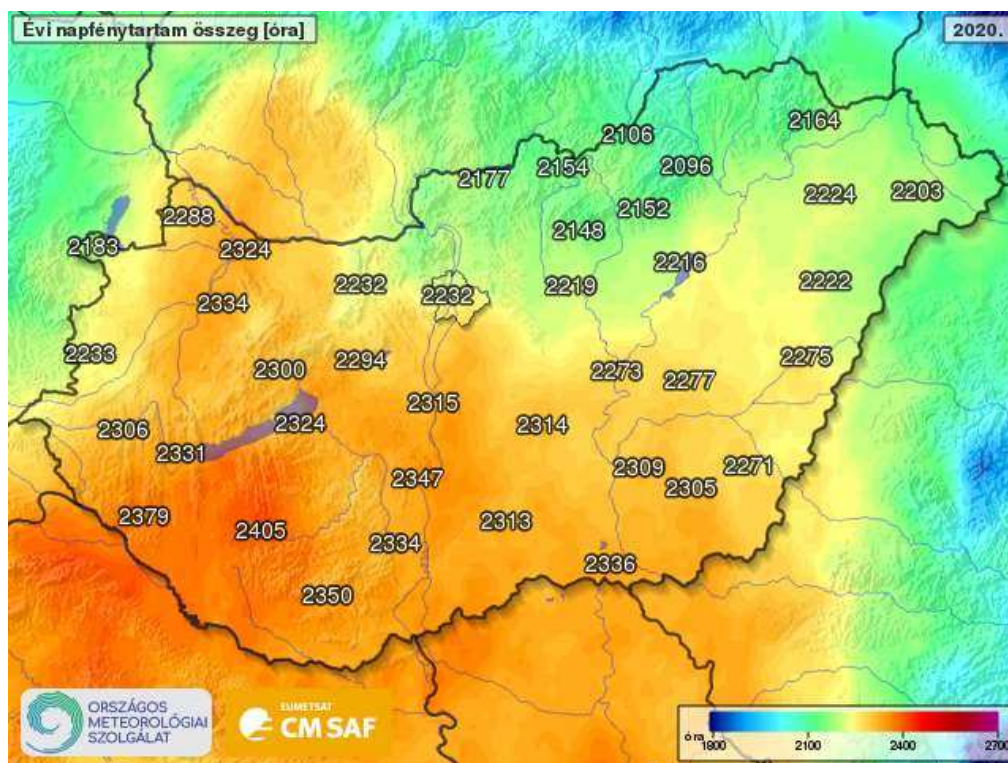
6. napelempanel, tartószarkezet és inverter kiválasztása,
7. tervezés (AC és DC oldali védelmek meghatározása, nyomvonalterv),
8. igénybejelentés, engedélyeztetés, átadás.

A tervezés és kivitelezés során figyelembe kell venni, hogy az átadott erőmű területén, még ideiglenes jelleggel is csak kioktatott személyek tartózkodhatnak, a munkavégzés kizárólag szakfelügyelet mellett történhet, ezzel is megelőzve a nemkívánatos baleseteket. Tűzvédelmi szempontból meg kell említeni, hogy a rendszer nappal nem feszültségmentesíthető, leválasztást kell biztosítani az üzemről, továbbá az egész rendszernek építési engedéllyel kell rendelkeznie. Esetenként tűzvédelmi szakember társtervező is részt vehet a teljes tervezési és kiépítési folyamatban. A karbantartási utasításokról műszaki leírással kell rendelkezni. Ezen felül meg kell felelni többek közt az MSZ HD 60364-7-712:2016 Napelemes (PV) energiaellátó rendszerek szabványának is.

8.1.1 Időjáráselemzés

Magyarország a 45°45' és 48°35' északi szélességi körök között található, nagyjából az Egyenlítő és az Északi-sark közötti rész közepén. Az ország éghajlata igen változékony. Ennek fő oka, hogy egy viszonylag kiegyensúlyozott hőmérsékletű, csapadékos óceáni, a szélsőséges hőmérsékletű, csekély csapadékú kontinentális és a télen csapadékos, nyáron száraz mediterrán éghajlati övek között található Magyarország. Mivel ilyen változatos klímátípusok jellemzik az országot, ezért jelentős különbségek lehetnek az ország különböző területein, annak ellenére, hogy a Kárpát-medencében fekszik a terület. Felszínére jellemző, hogy az ország több mint fele 200 m tengerszint feletti magasságnál alacsonyabb, a 400 m feletti területek aránya kevesebb, mint 2%. Ezen tényezők miatt Magyarország meglehetősen érzékeny a felhőzet kialakulására. Általánosságban elmondható, hogy évente az égboltot több mint 50%-ban borítja felhőzet. A Napból érkező közvetlen, valamint az égbolt minden egyéb részéről érkező szórt sugárzás összegét globális sugárzásnak nevezzük. Az országban a legtöbb

besugárzás Szeged területén található, mely eléri a 4800-4900 MJ/m² értéket. Az országos átlagos besugárzás értéke 4500 MJ/m² (2. sz. melléklet).⁶²



3. ábra: Magyarország évi napfénytartam összege (óra)

(forrás: <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/napfenytartam/>)

Budapest klímájáról elmondható, hogy az évi közepes hőingás 21,9 °C, a leghidegebb hónap január-február, legmelegebb pedig a július. Átlagos évi csapadékösszege 500 mm fölött van. Csapadék nagyobb mennyiségben kora nyáron, késő ősszel hullik, amelyek váltásban vannak a tél közepi, kora tavaszi és kora őszi szárazabb évszakokkal. A legtöbb napfénytartammal rendelkező időszak a nyár hónapokban van, amely maximum 250-280 óra, míg a november és január közötti időszakban csak havi 60-70 óra a napsütéses órák száma. A 3. ábrán látható, hogy 2020-ban Budapesten az évi

⁶² OMSZ: *Magyarország éghajlata - általános leírás.*
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/altalanos_leiras/
 (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

napfénytartam összege 2232 óra volt, amely egészen jónak mondható, ha napelemes rendszerek telepítésén gondolkozunk.⁶³

8.1.2 Termelés meghatározása

A napelemes rendszerek telepítése ma már befektetésnek tekinthető. A kezdeti nagyobb költségek ellenére, belátható időn belül megtérülő befektetésnek számít, kb. 4-10%-os hozammal, a piac alakulásától függően. Egy megfelelően tervezett és kivitelezett rendszer, akár a teljes villamos fogyasztásiigényt képes kielégíteni. Háztartási méretű kis erőműveknél ez különösen igaz, hiszen könnyen meghatározható a villamos energia fogyasztásának értéke. Ez a legkönnyebben a meglévő fogyasztási adatok elemzésével történhet, amely a villanyszámlán lévő minimum egy évre visszamenő fogyasztási adatok átlagolásával érhető el, amelyet korrigálunk a várható energiaigény változással. Egy rendszerről általánosságban elmondható, hogy egy év alatt kell képesnek lennie megtermelni azt a villamos energiát, amelyet egy év alatt a fogyasztó elhasznál. Azért van lehetőség egy éves viszonylatban kalkulálni, mert nem létfontosságú a pillanatnyi fogyasztásra méretezni a teljesítményt. Hiszen, ha energia többlet lépne fel, azt a hálózat felé, vagy valamilyen energiatároló eszköz felé továbbítani lehet. Amennyiben viszont energiahány lép fel, abban az esetben a hálózatról vagy az energiatárolóból energiát lehet vételezni.

8.1.3 Napelem teljesítmény meghatározás, hozamméretezés, panelek tájolása

A rendszer teljesítményét különböző tényezők alapján határozzuk meg a tervezés során. Az egyik, hogy a termelt energia kevesebb lesz, mint amekkora a villamos energiaigény (energiahiány). Ilyenkor mindenképpen szükséges a közcélú hálózatról az energia vételezése. A másik lehetőség az, hogy a megtermelt villamos energia több, mint amekkora az igény (túltermelés). Ebben az esetben vagy a közcélú hálózatra táplál a rendszer vagy, ha rendelkezik a megrendelő valamilyen energiatároló eszközzel, akkor abban el lehet tárolni a „felesleges” energiát és később mikor energiahány lép fel akkor

⁶³ OMSZ: *Budapest éghajlati jellemzői*.

https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Budapest/ (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

onnan vételezhető a villamos energia. Az utolsó, szinte csak elméletben létező alapeset, mikor a fogyasztás és termelés pontosan egyensúlyban van egymással. Ha a hálózatra termelünk a napelemes rendszerrel, akkor azt hálózatsatolt napelemes rendszernek nevezzük, amely HMKE szinten általában többirányú betáplálással valósul meg. Ebben az esetben az áramszolgáltató/energiakereskedő jogilag kötelezve van, hogy a megtermelt energiát átvegye és megvásárolja. Technológiától, tetődőléstől, tájolástól, napszaktól, évszaktól és árnyékoló tényezőktől függően 1 kWp, azaz pillanatnyi csúcsteljesítmény, teljesítményű napelemes rendszer 1100-1250 kWh villamos energiát tud előállítani egy év alatt. A tervezés során az atmoszférikus hatásokat (AM) is figyelembe kell venni, amelynek különböző értékei vannak. AM0 azt a sugárzást jelenti, amely az atmoszférán keresztül gyengülés nélkül éri el a felszínt. Ennek a szolárkonstansnak az értéke 1367 W/m^2 . Az AM1 a földfelszínre merőlegesen érkező, az AM1,5 pedig a nagyjából 48° -ban érkező sugarakat jelenti. Mivel a napelem hatékonysága függ a környezettől és a beeső fény szögétől, ezért csak egy egységes értékkel lehet a gyártmányokat összehasonlítani egymással. Ez az érték egységesen az AM1,5, erre az értékre adják meg a modulok pontos műszaki paramétereit az STC vagyis általános vizsgálati körülmények (25°C , 1000 W/m^2 , AM1,5) és a NOCT vagyis normál cella működési hőmérsékletet. (3. és 10. sz. mellékletek alapján) A napelemes rendszer akkor adja le legnagyobb teljesítményt, akkor a legjobb a hatásfoka, ha a panelekre a napsugarak merőlegesen érkeznek. Ezért hazánkban (a Föld északi félgömbjén) leginkább déli tájolású napelemeket telepítünk. A napelem tájolását Azimutnak, vagyis az ideális Déli tájolástól való eltéréssel jellemezzük, amely, ha nyugati irányban tér el akkor pozitív, ha keleti irányban akkor viszont negatív előjelet kap. Esetünkben ez a tájolási szög tetőfelületenként eltérő. Az Azimutban való 10° -os eltérés nagyjából 0,5-1% hatásfok csökkenést tud okozni a rendszerben. A napelemtáblák dőlésszögét mindig az adott vízszinthez kell mérni, ugyanis az abszolút dőlésszögre van szükségünk az optimális napelemtábla beállításához, nem a felülethez képesti relatív szögre. Vagyis a telepítendő felület és a napelemtábla együttesen bezárt

szöge a horizontális síkkal a fontos. Ez 30° és 40° között található. A dőlésszögben való 10% eltérés kb. 1-2% hatásfokcsökkenéshez vezethet.⁶⁴

A méretezésben a PVGIS alkalmazás áll a tervező segítségére. Ez egy Európai Unió által működtetett adatbázist tartalmaz egészen 1981-től. Az adatbázis tartalmazza földrajzi eloszlásban a részletes besugárzási és időjárási adatokat, amelynek segítségével 5% pontossággal meg lehet határozni az adott rendszer termelési képességét. A programnak meg kell adni a létesítés pontos címét vagy koordinátáját, majd ki kell választani az alkalmazandó napelem modulok pontos típusát, amely esetünkben szilícium monokristály. A következő lépésben meg kell adni a napelempanel és a vízzszinttel bezárt szöget, amely 55° , az Azimutot, amely $+14^\circ$ (DDNY-i tájolás), illetve a rendszer villamosveszteségét. Ebbe a veszteségbe a DC oldali kábelezési, az AC oldali kábelezési, a rendszerelemek disszipált veszteségei, illetve az inverter és az árnyéktényezők vesztesége is beletartozik. Ezt az értéket 11%-ban állapítottam meg, mivel a tető igen meredek, így a rajta lévő szennyeződések az esőzések során igen könnyen lemosódnak, illetve az árnyéktényezők is elhanyagolhatóak. Utolsó lépésként a napelempanelek beépítési módját kell megadni, amely jelen esetben „*Free-standing*”, vagyis a panelek nincsenek semmilyen épületszerkezetbe beépítve, így a levegő könnyedén átjárhat a napelemek hátoldalán, ezáltal a hűtésük is optimálisabb. Ezen tényezők megadásával megállapítható, hogy 1 kWp telepített teljesítményre vetítve 1 év alatt a rendszer 1200 kWh villamos energiát képes termelni.

⁶⁴ MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015. pp. 13-18.

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database* PVGIS-SARAH

PV technology* Crystalline silicon

Installed peak PV power [kWp]* 1

System loss [%]* 11

Fixed mounting options

Mounting position* Free-standing

Slope [°]* 55

Azimuth [°]* 14

☐ Optimize slope

☐ Optimize slope and azimuth

4. ábra: PVGIS-ben megadott adatok

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

Mint ahogy az 5. ábrán is látható, különböző okok miatt egyéb veszteségek is jelentkeznek a rendszerben. Ilyen veszteség a hőmérsékletváltozás és az alacsony besugárzási szög miatti 6,18%-os veszteség, illetve a beesési szög meredeksége miatti 2,91%-os veszteség. Így a teljes villamos és egyéb környezeti hatások miatti veszteségek összesen 17,77%-ot tesznek ki a rendszerben.

Adott bemenetek :	
Helyszín [szélesség/hosszúság] :	47.512, 19.051
Horizont :	Számított
Felhasznált adatbázis :	PVGIS-SARAH
PV technológia :	Kristályos szilícium
PV telepített [kWp]:	1
Rendszervesztés [%]:	11
Szimulációs kimenetek :	
Lejtési szög [°]:	55
Azimutuszög [°]:	14
Éves PV energiatermelés [kWh]:	1200,88
Éves síkbeli besugárzás [kWh/m ²]:	1460,32
Éves változás [kWh]:	74,94
Változások a kimenetben a következők miatt :	
Beesési szög [%]:	-2,91
Spektrális hatások [%]:	1,43
Hőmérséklet és alacsony besugárzás [%]:	-6,18
Teljes veszteség [%]:	-17,77

5. ábra: PVGIS szimulációs kimeneti értékek

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

8.1.4 Inverter és napelempanel kiválasztása, védelmek

Manapság már számtalan napelem gyártó cég és még annál is több napelemtípus közül választhatunk. Azonban ezek között jelentős árbeli eltéréssel találkozhatunk, ezért mint mindig, optimalizálnunk kell az igényekhez a napelem és inverter fajtáját, típusát. Egy napelemes beruházás célja a legtöbb energia termelése, a lehető legkevesebb befektetéssel. Viszont a minőség rovására nem mehet a spórolás, mert akkor a kezdeti nagy összegű befektetés lassan, vagy egyáltalán nem térül meg. Erre Szlovákiában számtalan példa előfordult már. A megfelelő napelempanel kiválasztásának főbb szempontjai, hogy mekkora a napelem fajlagos felületi teljesítménye, milyen hatásokkal működik és ez az érték az idő múlásával mennyit romlik, mennyi és milyen minősítésű garanciát vállal a gyártó, illetve, hogy milyen minősítéssel rendelkezik a tábla. A tervezés során egy német gyártó napelemét használtam fel. A Longi Solar LR4-72HIH-455M típusnévre keresztelt napelemtábla 20 év anyagminőség garanciával, illetve 25 év teljesítmény garanciával rendelkezik, amely garantálja, hogy ha a rendszer megfelelő módon kerül telepítésre, a jelen érvényben lévő elszámolási módok értelmében 10-12 év alatt a beruházás megtérül. A gyártó garantálja, hogy 25 év elmúltával is a napelempanel képes lesz több mint 87%-os teljesítménnyel működni a kezdeti értékhez képest. A panel maximum teljesítménye 455 W (10. sz. melléklet alapján), amelynek fajlagos felületi teljesítménye 209 W/m², továbbá a felső kategóriába tartozik minőségileg.⁶⁵

A napelem modulok feszültsége a hőmérséklet miatt széles tartományban változik, amelyet a modulra, a gyártó által megadott, hőmérsékleti együtthatókkal lehet leképezni. A napelem modul hőmérsékleti együtthatója feszültségnél $U_{0C} = -0,350\%/^{\circ}\text{C}$

$$\Delta U (\%) = U_{0C} * \Delta T$$

Ahol:

$\Delta U (\%)$: százalékban megadott feszültségváltozás

U_{0C} : hőmérsékleti együttható

⁶⁵ MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015. pp. 32-35.

ΔT : hőmérsékletváltozás ($\Delta T = T_1 - T_2$)

Üresjárási feszültség változása STC 25 °C-ról -15 °C-ra

$$-15\text{ °C}: -0,350 \frac{\%}{\text{°C}} * (-15\text{°C} - 25\text{°C}) = +14\%$$

Üresjárási feszültség változása STC 25 °C-ról +70 °C-ra

$$+70\text{ °C}: -0,350 \frac{\%}{\text{°C}} * (70\text{°C} - 25\text{°C}) = -15,75\%$$

Az értékek alapján jól látható, hogy összességében majdnem 30% feszültségváltozás is lehetséges a rendszeren belül a hőmérsékletváltozás miatt. Mivel a téli időjárásban akár 14%-os feszültség növekedés is felléphet -15°C-ban, így a rendszer méretezésénél nem az U_n névleges feszültséget kell figyelembe venni.

A hőmérséklet változásával nem csak a feszültség változik, hanem a modulok árama is, bár lényegesen kisebb értékben, mint a feszültség értéke. A napelem modul hőmérsékleti együtthatója áramértéknél $I_{SC}=+0,048\%/^{\circ}\text{C}$

$$\Delta I (\%) = I_{SC} * \Delta T$$

Ahol:

$\Delta I (\%)$: százalékban megadott áramérték változás

I_{SC} : hőmérsékleti együttható

ΔT : hőmérsékletváltozás ($\Delta T = T_1 - T_2$)

Áramérték változása STC 25 °C-ról -15 °C-ra

$$-15\text{ °C}: +0,048 \frac{\%}{\text{°C}} * (-15\text{°C} - 25\text{°C}) = -1,92\%$$

Áramérték változása STC 25 °C-ról +70 °C-ra

$$+70\text{ °C}: +0,048 \frac{\%}{\text{°C}} * (70\text{°C} - 25\text{°C}) = +2,16\%$$

Jól látható, hogy az áramérték változás kb. 4% körül mozog. Az áram értéke a hőmérséklettel együtt nő, vagyis fordítottan arányos a feszültség hőmérsékletfüggéséhez képest.^{66 67}

Másik fontos szempont az inverter megfelelő márkájának és teljesítményének kiválasztása, amely hatalmas befolyással bír a megtermelt energiára. Az inverter gyártók némi rugalmasságot engednek a tervezőknek, mivel, ha a megengedett maximális feszültségeket és a bemenő áramokat összeszorozzuk, akkor annak értéke nagyobb, mint a névleges teljesítmény. Az áramerősség a napelemek típusától és a stringek számától, a feszültség pedig a stringekbe kötött elemek számától függ. Azonban azt sem szabad elfelejteni, hogy a hőmérsékletváltozást is figyelembe kell venni, ugyanis a hőmérsékletváltozás negatív hatással van jelleggörbére. Ezen tényezők miatt érdemes a teljesítményben kissé fölé tervezni a névleges teljesítményben, ezzel a napelemes rendszer éves termelése megnövekszik, hiszen a legjobb hatásfokot a névleges teljesítmény közelében szolgáltatja az inverter. Az esetünkben választott inverter típusa Fronius Symo GEN24 10.0 Plus Hybrid üzemre képes inverter, amely a gyártó legnagyobb hibrid üzemre képes invertere és IP65 védettség tartozik hozzá, ezáltal bel- és kültérre egyaránt telepíthető. Az eszköz 97,9% névleges hatásfokkal képes üzemelni (EU-s tanúsítvány). A magas hatásfok mellett fontos, hogy az inverternek minél nagyobb legyen a feszültségkapuja, mivel közepes besugárzási értéke alatt is megfelelő termelőképességgel kell rendelkeznie a rendszernek. A márkaképviselő által kiadott közlemény szerint maximum 120% teljesítménytényezőig engedi a gyártó a túlterhelést, garanciális kereteken belül. Esetünkben a 120%-os teljesítménytényezőt egyik inverter sem éri el. A tervezés során a napelemmodulok és a stringek úgy lettek kialakítva, hogy az inverter üzemidejének minél nagyobb részében a munkaponti tartományban működjön.

$$U_{MPPmin} < U_{MPP} < U_{MPPmax}$$

⁶⁶ MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek.* Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015. pp. 46-47.

⁶⁷ VÉGHELY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései.* Budapest, 2014. pp. 141-146.

Fontos, hogy semmilyen időpillanatban ne kerüljön rá nagyobb áram és feszültség a bemenetekre, mint a maximum határérték.

$$U_{0C} < U_{DCmax} \text{ és } I < I_{DCmax}^{68}$$

A tervezés során 5 db invertert használtam fel, így mindegyik képes a hálózatra, illetve az energiatárolóba táplálni. Az invertert DC oldalon mindenképpen szükséges ellátni szakaszolhatósággal, DC kapcsolóval és túlfeszültség-védelemmel, amely esetünkben egy T1+T2 túlfeszültségvezető (a túlfeszültségvédelmi eszköz tartós feszültsége minden esetben legyen nagyobb, mint a fotovoltai rendszer legnagyobb üresjárási feszültsége). Ennek szükségességét a 712.536.2.1.1 szabvány határozza meg, amely az inverter karbantartása közben teljes leválasztást biztosít AC és DC oldalon egyaránt. A gyártó azonban, úgy is megoldotta az inverter szakaszolhatóságát, hogy nem egy sorkapocsba kell a DC stringeket bekötni, hanem az inverterbe van egyenesen bekötve egy MC4 csatlakozóval, így bármikor leválasztható az inverter a napelemekről. Egy 6 mm²-es szolár kábel névleges megengedett árama 70A. Mivel a szolárkábeleket általában csoportosan telepítik, ezért csökkentési tényezőket kell figyelembe venni, ahol:

- 0,57-es szorzó a 2 db párhuzamosan vezetett kábel miatt,
- 0,9-es szorzó a vezeték védőcsőbe való vezetése miatt,
- 0,91-es szorzó a +70°C üzemi hőmérsékleti feltétel miatt.

I_0 a szolárkábel névleges árama

I_{sz} a szolárkábel effektív átviteli árama:

$$I_{sz} = 0,57 * 0,9 * 0,91 * I_0$$

$$I_{sz} = 0,57 * 0,9 * 0,91 * 70 = 32,6781 \text{ A}$$

A kábel terhelési árama:

$$I_z = 1,25 * I_{sz}$$

⁶⁸ MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015. p. 47.

$$I_z = 1,25 * 11,66 = 14,575 \text{ A}$$

Mivel $14,575 \text{ A} < 32,6781 \text{ A}$, így a kábel megfelelő.

DC oldali elosztóban az védelem értéke:

$$I_n = 1,25 * I_z$$

$$I_n = 1,25 * 14,574 \text{ A} = 18,22 \text{ A} < 20 \text{ A}$$

Így tehát egy 20 A védelmi elemet kell beépíteni.⁶⁹

A DC nyomvonal kialakításakor az a legjobb tűzvédelmi szempontból, ha a negatív és pozitív vezetékek külön nyomvonalon vannak elvezetve. A tervezés és kivitelezés során mindig úgy kell kiválasztani a DC oldali rendszerelemeket, hogy azok névleges feszültsége a stringenkénti összefeszültség értékét meghaladja. A szerelvényeket, sorkapcsokat és a készülékeket is úgy kell kiválasztani, hogy azok a DC egyenáramra és a napelemes rendszerre specifikusan legyenek kifejlesztve. Ez különösen fontos a DC oldali rendszerelemek védelmeinek kialakításánál, főleg párhuzamosított stringek esetén. Ha egy modulban vagy stringben zárlat alakul ki, akkor a többi parallel stringben visszatáplálás alakul ki, (a hibás stringben az áramirány megfordul és a polaritás is megváltozik ezáltal), amelynek értéke a párhuzamosított stringek darabszámától függ. Esetünkben egymással több párhuzamosított string nincsen, de elmondható, hogy a polaritás változás miatt minden esetben polarításra nem érzékeny védelmeket kell alkalmazni a napelemes rendszerben. Mivel egyenárammal működik a napelemes rendszer ezen része, ezért az ívoltás különösen nehézkes, hiszen a szinuszos váltakozó árammal szemben a DC egyenáramnak nincsen nullátmenete, amely segítené a villamos ív kioltását. A vezetékek elhelyezését és tervezését mindig úgy kell elvégezni, hogy a lehető legrövidebb nyomvonalon történjen a DC áram vezetése, hiszen ez mindig feszültség alatt van. Azonban azt is meg kell említeni, hogy a tervezés és a kivitelezés nem mindig van összhangban egymással. Az AC oldalon az áramszolgáltató elvárja a napelemes rendszer tulajdonosától, hogy AC túlfeszültség védelmet, AC főkapcsolót és

⁶⁹ MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015. p. 55.

biztosítókat is létesítsen. Esetünkben a jogszabálynak megfelelően, mivel az AC vezeték hossza meghaladja a 10 métert, plusz védelem került beépítésre. Nem utolsó sorban meg kell említeni a napelempanelre és az inverterre vonatkozó garancia érvényesíthetőségének menetét, hiszen a magyarországi garancia nem ugyan azt a garanciát jelenti, mint az európai garancia. A megfelelő garancia érvényesíthetőség érdekében (hiszen ezek a berendezések teszik ki a teljes rendszer legnagyobb összegét), meg kell követelni a gyártótól a felelősségbiztosítást, amely még a gyártó megszűnése esetén is megoldja a garanciális feltételek érvényesíthetőségét. A rendszer megfelelő működése érdekében manapság már 24 órán keresztül távoli elérés biztosítható interneten keresztül az inverterek vezérléséhez. A monitoringrendszer számtalan hasznos funkcióval rendelkezik, úgymint az események naplózása, időjárásadatok, termelési adatok, string vagy akár modulfeszültség értékek rögzítése. Ezek figyelése közben, ha a rendszer hibát érzékel, értesíti a rendszer tulajdonosát, karbantartóját, irányítóját. Hasonló tulajdonsággal rendelkező panelsorok esetén az MPPT termelési adatokat összehasonlítva, könnyen megállapítható, ha valamelyik rendszerelemmel probléma van.⁷⁰

8.1.5 Tárolókapacitás tervezése

A hibrid üzemre képes napelemes rendszerek egyaránt képesek közcélú hálózatra csatlakozni és szigetüzemű hálózatban is működni. Ilyen szigetüzemű üzem lehet egy áramkimaradás. Esetünkben a Fronius kínálatában található legnagyobb (maximum 10 kW-os) Fronius Symo GEN24 10.0 Plus inverter által történik a kettős betáplálású rendszer működése. A rendszer felépítése áll egyszer a napelemtáblákból (összesen 120 db), az inverterekből (5 db), az akkumulátorpakkból 3xBattery Box HVM 19.3, amelynek kapacitása 57960 Wh, egy backup boxból, egy az épület elektromos rendszerébe integrált okosmérőből, villanyórából és a szolgáltatói áramhálózatból. A backup box teszi lehetővé, hogy az inverter képes legyen a hibrid üzemmódra. Az inverter egy árnyékolt 4 pólusú kábelben (CAT5e vagy ennél magasabb (Modbus RTU (RS485))) képes

⁷⁰ MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek.* Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015. p. 20.

kommunikálni az akkumulátorral. Mivel az inverterek két darab AC (váltóáramú) csatlakozással vannak ellátva, így az egyik csatlakozási pont az épület elektromos hálózatára csatlakozik, míg a másik csatlakozási pontból az energiatárolóból működtetni kívánt fogyasztóra csatlakozik a rendszer. A hálózati villamosenergia ellátás megléte mellett, az első és másodlagos áramkörök is a megszokott módon vannak ellátva, mint ahogy a normál fotovoltaiikus rendszerénél. Tehát, ahogyan megszűnik a hálózati feszültség, úgy mind a két áramkör feszültségmentes lesz. A rendszer ezt érzékelve 3-10 másodperc elteltével rákapcsolja a másodlagos áramkörre a villamos energiát, amely nem csak az akkumulátorokból, hanem az éppen működő napelemes rendszerből is vételezi az energiát. A tervezés során figyelembe kell venni, hogy a backup box maximális kimeneti áramerősségét nem haladhatja meg semmilyen esetben sem a rákapcsolt fogyasztó, amely esetünkben maximum 22 A. Erre az energiaforrásra, energiatárolóra nem egy szünetmentes tápegységként érdemes gondolni, hanem egy olyan biztos energiavételezési helyre, ahol a legfontosabb fogyasztók, mint a társasházban a lift, lépcsőházvilágítás, vagy az üzlethelyiségben megtalálható hűtőládák elláthatók akár hosszabb ideig is elektromos árammal. Ezt a másodlagos áramkört, amely az akkumulátorokról működik legalább 100 mA hibaáramot észlelő áramvédőkapcsolóval kell ellátni. A kész akkumulátor csomagoknak köszönhetően, akár több párhuzamos akkumulátor tornyot is összekapcsolhatunk egymással. Ennek a kaszkádosíthatóságnak a legnagyobb előnye az, hogy az akkumulátorok párhuzamos működése közben, nagyobb tárolókapacitást érhetünk el, míg a töltési és kisütési teljesítmény továbbra is változatlan marad, úgy, mint ha egyetlen akkumulátort működtetnénk (11. sz. melléklet alapján). A kiválasztott akkumulátor DC-DC kapcsolásban van, ezzel is elkerülve az átalakításból adódó veszteséget. Az akkumulátoros napelemes rendszerek különböző töltésprofillal rendelkeznek:

- hálózati táplálás: elsősorban a rendszer a közcélú hálózatra táplál, az akkumulátorok töltése csak másodlagos szerep,
- önfogyasztás: elsődleges az akkumulátorok feltöltése, a közcélú hálózatra való visszatáplálás csak másodlagos,
- idő alapú táplálás: az önfogyasztó és hálózatra tápláló töltésprofilok időponthoz kötött rendszere, amely a fogyasztói profilhoz illeszthető,

ezzel elérve az optimális energiavételezést/táplálást. Különösen hasznos csúcs és völgyidőszakú elszámolási rendszerben, de a bruttó elszámolási módnál is fontos szerepet fog betölteni.⁷¹

8.1.6 Kiosztási terv készítése

A kiosztási terv készítésének alapja a telepíteni kívánt helyszín pontos felmérése, hiszen, ha a méretek nem pontosak, előfordulhat, hogy az elhelyezni kívánt mennyiségű napelemtábla nem fér el az adott területen. A pontatlanságok kiküszöbölése miatt, ezért a tetőfelületen egységesen minden irányból egy 20 centiméteres védőtávolságot elhagytam a tervezés során, ezzel kiküszöbölve a telepítés során fellépő kellemetlenségeket. A tetőfelület méretarányos megrajzolása után, amelyet AutoCAD-ben készítettem, megvizsgáltam, hogy milyen elrendezésben fér el a legtöbb napelemtábla a tetőn. Esetemben fektetve és állítva is 120 db napelem fért el a kiválasztott legideálisabb tetőfelületen. Azonban a telepítési költségek csökkentése érdekében az állított napelemtábla elrendezést használtam, mert így kevesebb napelemtartósínre és kevesebb tetőszerkezethez való hód farkú kampó beépítése szükséges. Ebben az esetben 256 m K2 SolidRail Ultralight 32 sín szükséges. Amennyiben a fektetett napelemtáblák mellett döntöttem volna, több, mint 500 m sínre lett volna szükség. A sínek hossza miatt a hődilatáció is jelentősen hat rájuk, ezért 18 méterenként, a sínek között dilatációs hézag van beiktatva, a napelemtáblák között 20 mm-es dilatációs hézag lett elhagyva. A kiosztási terven szerepel a telepítendő inverterek listája és az azokhoz tartozó teljesítménytényező értékek, éves hozambecslések, illetve, hogy mely napelem panelek mely inverterhez tartoznak és azok stringjein hány darab modul kapott helyet.

⁷¹ <https://solar-kit.hu/energiatarolas-napelemes-rendszerrel/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

8.1.7 Kábel méretezése

Az inverter és a hálózatra csatlakozási pont nem egy légtérben található. Az inverter a tetőtéren belül, csapadégmentes helyen, míg a csatlakozási pont az épület alagsorában található. A kettő pont között 5 db földem áttörésre lenne szükség az AC kábelek elvezetésére, de ez szerencsére elhagyható és helyette megoldható a meglévő az épületen belül több helyen is fellelhető szerelési csatornákon keresztül. A két végpont között 38 méter tényleges távolság van. Az itt elvezetett kábelnek a méretezése a következők szerint történik.

A mértékadó feszültségesése különböző értékeket mutat a 3, 4 és 5 eres kábelek esetén.

5 eres kábel e' értéke feszültségesésre:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

4 eres kábel e' értéke feszültségesésre:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

3 eres kábel e' értéke feszültségesésre:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{2}$$

Ahol:

ε : a szabvány által adott százalékos feszültségesés értéke

e' : mértékadó feszültségesés

U_n : névleges feszültség

Az MSZ447:2009 szabvány által előírt feszültségesés maximális értéke csatlakozóvezetéken 5 eres kábel esetén $\varepsilon=1,5\%$

$$e' = 0,75 * \frac{1,5}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,598 \text{ V}$$

A termelő névleges áramérték számítása:

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n}$$

Ahol:

I_w : a wattos összetevő

P : teljesítmény

U_n : névleges feszültség

$$I_w = \frac{10920}{\sqrt{3} * 400} = 15,76 \text{ A}$$

A szükséges kábel keresztmetszet számítása az alábbi képlettel történik:

$$A_{sz} = \frac{\rho}{e'} * \sum_{i=1}^n (I * l_{0-i})$$

Ahol:

ρ : a vezető fajlagos ellenállása

e' : mértékadó feszültségesés

I : a szakaszáram

l : adott szakasz hossza

A : a fázisvezető keresztmetszete

Az 5 eres leszálló fővezeték számított keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho}{e'} * \sum_{i=1}^n (I * l_{0-i}) = \frac{\left(\frac{1}{56}\right)}{2,598} * 15,76 * 38 = 4,11 \text{ mm}^2$$

$$A_{sz} = 4,11 \text{ mm}^2$$

A_{megf} megfelelő kábel keresztmetszet értékének nagyobbnak kell lennie, mint az A_{sz} számított érték (4. sz. melléklet alapján), így:

$$A_{megf} = 6 \text{ mm}^2$$

A kiválasztott kábel keresztmetszet alapján a mértékadó feszültségesés a következőképpen számolandó:

$$e' = \frac{\rho}{A} * \sum_{i=1}^n (I * l_{0-i})$$

$$e' = \frac{\rho}{A} * \sum_{i=1}^n (I * l_{0-i}) = \frac{\left(\frac{1}{56}\right)}{6} * 15,76 * 38 = 1,78 \text{ V}$$

A mértékadó feszültségesés számítása alapján, a mértékadó feszültségesés százalékos értéke:

$$\varepsilon = \frac{e' * 100 * \sqrt{3}}{0,75 * U_n}$$

$$\varepsilon = \frac{1,78 * 100 * \sqrt{3}}{0,75 * 400} = 1,027 \%$$

A számítás alapján, megfelel a kábel keresztmetszete a maximális mértékadó feszültség százalékos értékének, amely kisebb, mint $\varepsilon=1,5\%$.

8.1.8 Kiviteli terv készítése

Ha a közcélú hálózaton beavatkozás szükséges a rendszer telepítése szempontjából, akkor annak kiviteli tervét az áramszolgáltató készíti el. A háztartási méretű kis erőmű kiviteli tervét a beruházó készítteti el, amely tartalmazza a kiosztási tervet, a nyomvonal tervet és az egyvonalas kapcsolási rajzot DC és AC oldalon. Emellett tartalmazza még a műszaki leírást, a garanciákat, a tervezői, kivitelezői nyilatkozatot, minősített jegyzőkönyveket.

8.1.9 Engedélyeztetés

Egy napelemes rendszer megvalósulásának folyamata:

1. árajánlatkérés,
2. személyes konzultáció,
3. ajánlatadás,
4. szerződéskötés,
5. háztartási méretű kis erőmű (HMKE) igénybejelentés,
6. tervezési, csatlakozási tervdokumentáció,
7. napelemes rendszer telepítése,
8. készre jelentés,
9. közcélú hálózatra való csatlakozás,
10. termelés.

A hálózatra való csatlakozás folyamata az igénybejelentéssel kezdődik, ahol a felhasználó, vagy egy a nevében meghatalmazással rendelkező személy benyújtja a kérelmet. Ha az adatok nem megfelelően, hibásan vagy hiányosan van kitöltve, akkor az áramszolgáltató azt elutasítja. A felhasználó azonosításához szükséges adatok a név, lakcím, személyazonosító szám, szerződésszám, fogyasztásmérők gyáriszámai, a felhasználási helyen rendelkezésre álló lekötött teljesítmény, helyszínrajz, ingatlan tulajdoni lap, fényképek a mérőhelyről stb. Az elosztói engedélyes ezután megvizsgálja, hogy a közcélú hálózatra való háztartási méretű kis erőművel szemben támasztott követelmények megfelelőek-e a csatlakozáshoz. A telepítőnek ezután a jogszabály alapján nyilatkoznia kell, hogy történik-e a hálózatra való visszatáplálás, vagy sem. Jelen pillanatban még a szaldós elszámolás van érvényben, de 2024-től várhatóan bevezetésre kerül a bruttó elszámolás. Ezután be kell nyújtani a szolgáltató felé a csatlakozási dokumentációt, amely a következőket tartalmazza:

- csatlakozási dokumentáció előlapját (ezen szerepel a felhasználó és a helyszín pontos adatai és a dokumentációt készítő személy adatai),

- a védelem beállításainak értékei,
- termelői nyilatkozat,
- a telepített napelemes rendszer részletes leírása,
- egyvonalas villamos vázlat,
- mérőhely kialakítás,
- térképszelvény a telepítési hely feltüntetésével,
- tulajdoni lap és tulajdonosi hozzájárulás,
- közcélú hálózat leírása,
- csatlakozási vagy közüzemi szerződés,
- inverter és napelemtábla forgalmazói nyilatkozat,
- csatlakozási dokumentáció kivonata.

A csatlakozási dokumentáció legvégét pedig egy tervezési jogosultsággal rendelkező, vagy regisztrált villanyszerelőnek kell ellenőriznie, aláírnia. Ezután az elosztói engedélyes a benyújtott dokumentációt ellenőrzi, majd a bejelentőt tájékoztatja az esetleg szükséges hiánypótlásról vagy a kérelem elfogadásáról.

A készre jelentést a napelemes rendszer kivitelezése, annak felülvizsgálata és a meglévő belső villamos hálózatra való csatlakozás után kell leadni, a felülvizsgálati jegyzőkönyvvel együtt.⁷²

Annak érdekében, hogy a HMKE rendszer a közcélú hálózatra csatlakozhasson az áramszolgáltató által engedélyezett és bevizsgált inverterek közül kell választani, illetve gondoskodni kell az alábbi védelmekről:

- túlterhelési,
- rövidzárlati,
- feszültségsökkenési (javasolt: $0,8 U_n/5 \text{ min}$),

⁷² VÉGHELY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014. pp. 94-105.

- feszültségnövekedési (javasolt: 1,1 $U_n/1$ min),
- frekvenciacsökkenési (javasolt: 49,8 Hz/10 s),
- frekvencianövekedési (javasolt: 50,2 Hz/10s),
- földzárlati/testzárlati,
- áramütés elleni,
- egyenáramú,
- elosztóhálózati-szigetüzem elleni,
- túlfeszültségi.⁷³

A teljesen készre jelentett és elfogadott rendszert az elosztói engedélyes és a szolgáltató munkatársai felszerelik a két irányban is mérni képes mérőberendezést. Ha a lekötött teljesítmény 3x16 A alatt van akkor a mérőcsere költségei az elosztói engedélyest, ha a fölött van akkor a telepítőt terhelik. Azonban meg kell említeni, hogy szigorúan tilos üzembe helyezni a napelemes rendszert addig míg nem történik meg kétirányba mérő (ad-vesz) készülék felszerelése és az elosztói engedélyes be nem fejezi az üzembehelyezési eljárást.⁷⁴

8.1.10 Rendszer szerelése, üzembe helyezés

A napelemes rendszer építése során a legmagasabb költséget az inverter és a napelemek ára jelenti. Viszont elengedhetetlenül fontos a megfelelő minőségű és minősítésű kábelek és csatlakozók használata, hiszen egy nagyobb HMKE esetén több száz csatlakoztatási lehetőséget kell összeszerelni. Ezek meghibásodását igen nehéz megtalálni és a nem megfelelő anyagminőségű csatlakozások a teljes rendszer össztermelését is jelentősen csökkenthetik. A PV panelek bekötését ezért a legjobb minőségű MC3 vagy MC4 csatlakozókkal érdemes elvégezni, amelyek IP66 védelemmel rendelkeznek. Ezek kialakítása préselt, vagy szorítós kötés. A DC kábelek dupla megerősített szigeteléssel kell, hogy rendelkezzenek melyet 1000 V DC feszültségre be

⁷³ VÉGHELY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014. p. 100.

⁷⁴ VÉGHELY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014. pp. 94-105.

kell vizsgálni. Esetünkben ez 6 mm² keresztmetszetű kábel. Mivel a napelemtáblák egymással sorban vannak bekötve, ezért a modulok feszültségei összeadódnak, azonban a környezeti hőmérséklet változása nagyban befolyásolja a modulok és ezáltal a stringek összefeszültségét is. A hőmérséklet csökkenésével nő a feszültség (U_{0Cmax}). Ez a tulajdonság a téli hónapok alatt igen fontos, ezért ezzel számolnunk kell az inverter kiválasztásánál. A szolárkábelek elhelyezését érdemes kiegészítő védelemmel ellátni, de ez nem kötelező. Ezek a szolárkábelek minden esetben UV állóak, megerősített kettős szigeteléssel rendelkeznek, bírják a magas hőmérsékletkülönbségeket (-40°C- +90°C), kiváló időjárás és vegyszerállósággal, mechanikai szilárdsággal rendelkeznek, és névleges üzemi feszültségük: $U_0/U=600/1000$ V DC. A szereléshez ezen kívül szükség van még az anyaglistában megnevezett anyagokra.⁷⁵

Megnevezés	Mennyiség
K2 SolidRail Ultralight 32 sín	49 db
K2 síntoldó SET	8 db
Facsavar M8x120	1032 db
K2 Kampó hódfarkúhoz	344 db
K2 univerzális végleszorító (32-42 mm)	18 db
K2 univerzális köztes leszorító (32-42 mm)	267 db
K2 T-bolt csavar M10x30	393 db
K2 T-bolt csavar M10x40	79 db
K2 peremes recézett anya M10	471 db
Fakötésű alátét	1032 db
Egyedi acél elválasztó elem, felhajtott sarkokkal	267 db
Tetőkiállítás+PG29 tömszelence	12 db

6. ábra: Napelemtáblák rögzítéséhez szükséges anyaglista

(forrás: saját szerkesztésű táblázat)

A napelemes rendszer kivitelezésének legvégén kötelező elvégezni az első felülvizsgálatot, működési próbát, illetve a villamos berendezés használatbavételekor a

⁷⁵ VÉGHELY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014. p. 148.

tűzvédelmi felülvizsgálatot, egyéb esetben ezt legalább 6 évente meg kell ismételni, illetve kábel szigetel ellenállás mérést.⁷⁶

8.1.11 A hálózatra való visszatáplálás visszahatása

A jelenleg telepített HMKE rendszerek több, mint 90%-a kizárólag a KIF (kisfeszültségű) hálózatra táplál vissza közvetlenül villamos energiát. Ugyan egy darab napelemes rendszer nincs különösen nagy hatással a hálózatra, de a számuk egyre nő és ezek, Magyarország területi adottságaiból adódóan, többnyire egyszerre termelnek a hálózatra, így komoly befolyással bírnak a hálózat terhelhetősége szempontjából. Mivel a napelemes rendszerek fizikailag gyakorlatilag azonosan reagálnak egy frekvenciavédelmi beállítás mellett (49,8-50,2 Hz), így, ha ezek hirtelen lekapcsolódnának a hálózatról, úgy akár több 100 MW-os forráskiesést okozhat. Emellett meg kell említeni a visszatápláló napelemes rendszerek közcélú hálózaton feszültségemelkedést okoznak, amelynek egyik megoldása a Smart Grid hálózati forma kialakítása vagy hurkolt hálózatok létesítése lehetne.⁷⁷

⁷⁶ VÉGHÉLY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014. p. 148.

⁷⁷ VÉGHÉLY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014. pp. 160-163.

8.1.12 Napelemes rendszer megépülésének díja

A további számítások értelmezhetősége érdekében a rendszer megvalósulásának díja a következő módon alakul. Az árak csak nagyságrendileg felelnek meg a valóságnak.

Megnevezés	Mennyiség	Egységár	Összesen
Fronius Symo GEN24 10.0 Plus inverter	5 db	1 118 000 Ft/db	5 590 000 Ft
Longi Solar LR4-HIH-455M	120 db	62 000 Ft/db	7 440 000 Ft
szolárkábel 6 mm ²	350 m	400 Ft/m	140 000 Ft
napelem tartószerkezet (méterre vetítve)	254 m	12 000 Ft/m	3 048 000 Ft
Védelmek, kábelek, szerelvények			1 540 000 Ft
Anyagköltség összesen		17 758 000 Ft	
Battery Box HVM 19.3 (57,96 kWh)	3 db	2 990 000 Ft/db	8 970 000 Ft
Smart Meter	1 db	120 000 Ft/db	120 000 Ft
Backup boks	1 db	450 000 Ft/db	450 000 Ft
Védelmek, kábelek, szerelvények			289 000 Ft
Energiatároló anyagköltsége összesen		9 721 000 Ft	
Kivitelezési díj		3 890 000 Ft	

7. ábra: Napelemes rendszer megépülésének díja

(forrás: saját szerkesztésű táblázat)

9. VILLAMOS ENERGIA ELSZÁMOLÁSI MÓDOK

Az elmúlt években csak egy féle elszámolási mód volt érvényben Magyarországon. Ez volt a szaldós elszámolási mód. Előreláthatólag 2024. január 1.-től az újonnan átadott napelemes rendszerek által termelt villamos energia már bruttó elszámolásban fog történni.

9.1 Rendszer megtérülés számítás a jelenleg érvényben lévő elszámolási rendszer mellett

A napelemes rendszer megtérülési idejének számítása úgy történik, hogy az egységnyi teljesítményű napelemes rendszer beruházási költségeinek és a rendszer által egy teljes év alatt megtermelt villamos energia árának a hányadosát vesszük.

$$\text{Megtérülési idő (év)} = \frac{\text{Beruházási költség (Ft)}}{\text{Megtakarított energia } \left(\frac{kWh}{\text{év}}\right) * \text{Energia ár } \left(\frac{Ft}{kWh}\right)}$$

$$\text{Megtérülési idő (év)} = \frac{21\,648\,000 \text{ Ft}}{65\,200 \left(\frac{kWh}{\text{év}}\right) * 38 \left(\frac{Ft}{kWh}\right)} = 8,74 \text{ év}$$

Ezzel a nem pontos, egyszerűsített számítással, azt az értékét kapjuk meg, hogy elméletben a rendszer, ha tisztán a hálózatra táplál vissza, a jelenlegi villamos energia árak mellett, akkor leghamarabb 8,74 év alatt térül meg a beruházás. Ennek értékét egy 1,15-ös bizonytalansági tényezővel érdemes megszorozni, mivel a számolás során nem lett figyelembe véve az energia ár változása, a napelempanelek teljesítménycsökkenése, az infláció, az esetlegesen felmerülő hibák javítási költségei és az időjárás. Így ezzel az értékkel megszorozva a megtérülési időt ($8,74 * 1,15 = 10,05$ év) elmondhatjuk, hogy nagyjából **10 év** után térül meg a tervezett napelemes beruházás.

Abban az esetben viszont, ha az elfogyasztott villamos energia mennyisége kevesebb, mint a közcélú hálózatra visszatáplált villamos energia, akkor teljesen más (hosszabb) megtérülési időt kapunk végeredményül.

$$\text{Megt. idő} = \frac{21\,648\,000 \text{ Ft}}{40\,000 \left(\frac{kWh}{\text{év}}\right) * 38 \left(\frac{Ft}{kWh}\right) + 25\,200 \left(\frac{kWh}{\text{év}}\right) * 15 \left(\frac{Ft}{kWh}\right)} = 13,11 \text{ év}$$

Ezt az értéket megszorozva a bizonytalansági tényezővel, azt kapjuk, hogy $(13,11 \cdot 1,15 = 15,08 \text{ év})$ nagyjából **15 év** után térülne meg a beruházás. Jól látható a számítások alapján, hogy nem érdemes túlméretezni a rendszer méretét, mert az a megtérülési idő növekedését okozhatja és fokozatosan megnő az előre nem látható kockázatos helyzetek száma és költsége is.

Tárolókapacitás építése esetén a beruházási költségek is jelentősen nőnek, viszont adnak egy olyan biztonsági háttérrel, amely tartós áramkimaradás esetén akár napokon keresztül képes ellátni az arra csatlakoztatott fogyasztókat, illetve lehetőség nyílik a nappal el nem használt villamos energia tárolására, hogy azt a nem napsütéses időszakokban elhasználjuk. Pozitívuma még, hogy ezzel a megoldással elkerülhető a hálózatra való visszatáplálás, ezzel megelőzhető az, hogy az áramszolgáltató 15Ft/kWh értékben vásárolja meg a megtermelt energiát. Ennek megtérülési ideje a következő.

$$\text{Megtérülési idő (év)} = \frac{31\,369\,000 \text{ Ft}}{65\,200 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{év}}\right) * 38 \left(\frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}\right)} = 12,66 \text{ év}$$

A megtérülési időt megszorozva a bizonytalansági tényezővel $(12,66 \cdot 1,15 = 14,56 \text{ év})$ látható, hogy kedvezőbb a befektetés megtérülésének ideje, mint ha teljes egészében a hálózatra termelnénk vissza a villamos energiát. Természetesen ez az érték csökkenthető (kisebb energiatároló beépítése), és egyben növelhető (nagyobb energiatároló alkalmazása) is, de remélhetőleg az évek folyamán, ahogy az energiatároló technológia jobban elterjed az országban az árak is mérséklődnek majd.

9.2 Szaldó elszámolási mód- jelenleg érvényben lévő elszámolási mód

A termelő-fogyasztók számára szaldó elszámolási mód rendkívül kedvező elszámolási módot kínál. A rendszer az év folyamán nem egyenletesen termel, hiszen az évszakok változásával változik az uralkodó időjárás, ahogyan a napsugarak beesési szöge is, ezáltal csökken a számunkra megfelelő besugárzás értéke. Emiatt az újonnan felszerelt ad-vesz mérőórát éves gyakorisággal kell leolvasni, hiszen a téli és nyári hónapokban termelt energiamennyiség között drasztikus különbségek vannak. A rendszer tulajdonosának három esettel kell számolnia a megtermelt villamos energiával kapcsolatban:

- a megtermelt villamos energia meghaladja a vételezett energia mennyiségét,
- a hálózatra betermelt és a vételezett energia egymással egyensúlyban van (elméleti),
- a termelt villamos energia kevesebb mint a hálózatról vételezett energia mennyisége.

Ezek következtében a termelő-fogyasztó szerepet betöltő személynek a hálózatról vételezett és arra betáplált villamos energia mennyiség különbségét kell megfizetnie. A jelenlegi villamos energia díj nagyjából 38 Ft/kWh, amely tartalmazza az áram díját, a rendszerhasználati díjat és az ÁFA értékét. Jelen esetben a tervezett napelemes rendszer 65.200 kWh villamos energiát lesz képes megtermelni egy év alatt.⁷⁸

9.2.1 Elszámolás, ha a termelt villamos energia kevesebb, mint a fogyasztott

Ha azzal számolunk, hogy a társasház lakóinak közhálózatról történő áramfogyasztása 80.000 kWh akkor az elszámolás a következő módon alakul:

- termelt villamos energia: 65.200 kWh,
- az elszámolt időszakban a villamos energia fogyasztás: 80.000 kWh,
- villamos energia szaldó: +14.800 kWh.

Szolgáltatónak fizetendő összeg visszatáplálás nélkül:

$$80.000 \text{ kWh} * 38 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 3.040.000 \text{ Ft}$$

Szolgáltatónak fizetendő összeg visszatáplált energiával:

$$(80.000 \text{ kWh} - 65.200 \text{ kWh}) * 38 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 562.400 \text{ Ft}$$

⁷⁸ <https://www.eu-solar.hu/blog/szaldo-elszamolas-a-gyakorlatban/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

9.2.2 Elszámolás, ha a termelt villamos energia több, mint a fogyasztott

A szaldó elszámolási módban ott van drasztikus változás, ahol a napelemes rendszer által termelt villamos energia meghaladja a fogyasztó által elhasznált energia mennyiségét. Ilyenkor, ha nincsen energiatároló a rendszerben, akkor a hálózatra történik a visszatáplálás. Ez esetben a szolgáltató már nem a 38 Ft/kWh villamos energia árral számol, hanem 13-15 Ft/kWh értékkel, amely lényegesen kevesebb, körülbelül 60%-a az eredeti árnak. Ez a helyzet lényegesen rontja a napelemes rendszer megtérülésének idejét, így hosszú idő alatt jut vissza a befektető a pénzéhez.

Ha azzal számolunk, hogy a társasház lakóinak köz áramfogyasztása 60.000 kWh akkor az elszámolás a következőképpen alakul:

- termelt villamos energia: 65.200 kWh,
- az elszámolt időszakban a villamos energia fogyasztás: 40.000 kWh,
- villamos energia szaldó: -25.200 kWh.

Szolgáltatónak fizetendő összeg visszatáplálás nélkül:

$$60.000 \text{ kWh} * 38 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 2.280.000 \text{ Ft}$$

Szolgáltató által fizetendő összeg visszatáplált energiával:

$$(40.000 \text{ kWh} - 65.200 \text{ kWh}) * 15 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 378.000 \text{ Ft}$$

9.3 Bruttó elszámolási mód- tervezett elszámolási mód

A bruttó elszámolási rendszer bevezetésének tervezett ideje 2024. január 1. Ezért még nincsenek pontosítva az elszámolási mód pontos paraméterei. A bruttó elszámolási rendszer lényegesen más feltételekkel számolja el a megtermelt és vételezett villamos energiát. Az áramszolgáltató más áron vásárolja meg a hálózatba betáplált villamos energiát, mint amennyiért azt a fogyasztó a hálózathoz vételezi. Ennek körülbelüli összege 20-25 Ft/kWh lesz. Az elszámolási móddal szemben támasztott követelmények:

- legyen piaci alapú a felhasználás és a termelés,

- serkentse a napelemes rendszerek elterjedését,
- preferálja a villamos alapú fűtések elterjedését,
- motiválja az embereket az elektromobilitás használatára,
- motiválja villamosenergia saját célú tárolását,
- ösztönözze a villamosenergia felhasználását a csúcsidőn kívüli időszakon.⁷⁹

A bruttó elszámolási rendszer mechanizmusa:

A rendszer által termelt éves villamos energia:

$$65\,200\,kWh$$

Megtermelt és azonnal elfogyasztott energia:

$$33\,000\,kWh$$

Hálózatba feltáplált energia:

$$65\,200\,kWh - 33\,000\,kWh = 32\,200\,kWh$$

Hálózatba feltáplált energia ára:

$$32\,200\,kWh * 25\,Ft/kWh = 805\,000\,Ft$$

Hálózatból vásárolt energia:

$$32\,200\,kWh$$

Hálózatból vásárolt energia ára:

$$32\,200\,kWh * 38\,Ft/kWh = 1\,223\,600\,Ft$$

Fizetendő összeg:

$$1\,223\,600\,Ft - 805\,000\,Ft = 418\,600\,Ft$$

Az éves megtakarítás ebben az esetben:

⁷⁹ <https://solar-kit.hu/brutto-elszamolas-mire-szamithatunk/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

$$65200 \text{ kWh} * 38 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} - 32200 \text{ kWh} * 25 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 1\,672\,600 \text{ Ft}$$

A rendszer megtérülési ideje:

$$\text{Megtérülési idő (év)} = \frac{21\,648\,000 \text{ Ft}}{1\,672\,600} = 12,94 \text{ év}$$

megszorozva a bizonytalansági tényezővel: $12,94 * 1,15 = 14,89 \text{ év}$

Jól látható tehát, hogy lényegesen, majdnem 5 évvel meghosszabbítja a megtérülési időt, a szaldós elszámolásnál elvégzett megtérülési idő végeredményéhez képest, a bruttó elszámolási rendszer.⁸⁰

A megtérülési időt ez esetben csökkenteni lehet energiatárolók alkalmazásával, amely jelentősen megnöveli a beruházási költségeket, ellenben 2-4 évvel gyorsabban visszakapja a pénzét a befektető, hiszen, ha a villamos fogyasztáson felül termelt villamos energiát a tárolókba töltjük, úgy kvázi ugyanazon az áron vételezzük abból az áramot, mintha az áramszolgáltatótól vásárolnánk azt. Így a megtérülési idő lerövidül, és hamarabb kezd el a rendszer profitot termelni a kezdeti beruházási költségen felül.

⁸⁰ <https://solar-kit.hu/szaldos-vagy-brutto-elszamolas/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

10. AZ ENERGIAKÖZÖSSÉGEK ÉRTÉKELÉSE

Az energiaszövetkezetek több szempontból is segítő funkciót töltenek be a megújuló energiára vonatkozó célkitűzések elérésében. Egyrészt képesek bevonni a beruházásra képes és hajlandó lakosokat, valamint a szükséges finanszírozás mozgósításában közreműködnek. Ezáltal érdekeltté tudják tenni a lakosságot és egyéb befektetőket a megújuló energia előállításában és használatában. Ahogy korábban már ismertetésre került, a tagok szövetkezeti részvényeket vásárolhatnak, amely, mint befektetés bizonyos idő eltelte után megtérül, a szövetkezet birtokában lévő megújuló energiát előállító berendezések révén. Amennyiben az energiaközösség engedéllyel rendelkező szolgáltatóként van nyilvántartva, abban az esetben a megtermelt energiához méltányos áron juthatnak a tagok.⁸¹

Főbb előnyök:

- Mozgósítja a magántőkét a helyi energiaprojektekbe.
- A megtermelt bevétel a helyi közösségben marad, amely visszaforgatható a helyi gazdaságba.
- Magasabb társadalmi elfogadottság a helyi érdekeltiségnek köszönhetően.
- A lakosság számára megfizethető hozzáférést biztosít a megújuló energiákhoz.
- A motivált helyi polgárok számára lehetőséget biztosít az együttműködésre, nem csak befektetési céllal, hanem önkéntes jelleggel, szakértelmükkel és tudásukkal is támogatják a közösséget.

Főbb hátrányok:

- Mivel önkéntes szerveződésről van szó, nem garantálható, hogy a tagok megfelelő szakértelemmel rendelkeznek, ezáltal adminisztratív akadályokba ütközhetnek.

81

https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/Fact_sheets_countries/Hungary/7._Fact_Sheet_Energy_Cooperatives_HU.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

- Megfelelő információ hiányában, az induló tőke előteremtése nehézséget okozhat támogatások nélkül.
- A piaci szereplőkkel nehéz felvenni a versenyt olyan projektek esetén, ahol pályázni kell a megbízásért.⁸²

Dánia példája kapcsán találkozhattunk azzal a problémával, hogy a társadalom támogatta a megújuló energiával kapcsolatos fejlesztéseket, azonban a közvetlen környezetben történő megvalósításuk bizonyos mértékben ellenállásba ütköztek. Az energiaközösségek fejlődést, hozhatnak közvetlen környezetüknek, hiszen közvetlen és közvetett módon gazdaság élénkítő hatásuk van, infrastrukturális fejlődést eredményeznek. Növelhetik a lakosság körében a megújulóenergia-ipari infrastruktúrák elfogadottságát helyi szinten, ezáltal az átállási folyamat iránti lakossági elkötelezettséget is. Akármelyik országot is vesszük példának, elmondható, hogy az energiapiacra egy szűk kör osztozik, mindössze néhány nagyvállalat uralja a piacot pontosan kiosztott szerepek mellett. A civil társadalmat nem csak érdekeltté, de szereplőjévé is tehetik az energiaközösségek. Ezáltal a lakosság, a szövetkezetek, KKV szektor, stb. a megújuló energia piacán, nem csak mint fogyasztók, hanem mint termelők is megjelenhetnek. Az energiaközösség tagjait ösztönzi az együttműködésre, hiszen közös érdek a hatékony és gazdaságos működés, valamint a kereslet és kínálat egyensúlyának megtalálása.

Maguk az energiaszövetkezetek közvetlen módon munkahelyteremtő hatással lehetnek arra a környezetre, ahol megvalósulnak. Azonban a megújuló energiák térnyerésével a hagyományos energiaágazatokban csökkenés következhet be a kereslet szempontjából, amely az adott ágazatban negatívan befolyásolhatja a munkahelyek számát. Emiatt a kormányoknak fontos felelősséget vállalniuk és támogató intézkedésekkel, stratégiákkal kell készülniük arra az esetre, ha jelentős változásokat okozna az átállás a munkaerőpiacon.

A különböző támogatási rendszerek kialakításával lehetővé vált, hogy ez elmúlt évtizedhez képest, alacsonyabb beruházási költségek mellett nagyobb fejlődést érjenek el

82

https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/Fact_sheets_countries/Hungary/7._Fact_Sheet_Energy_Cooperatives_HU.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

a befektetők a megújuló energia területén. Ennek köszönhetően, a kistermelők számára lehetővé vált, hogy a saját maguk által megtermelt energiát felhasználják, ezáltal csökkentsék a hálózatról vásárolt energia mennyiségét. Ez ösztönzőleg hat az energiafogyasztás hatékonyabbá tételére és optimalizálására, hiszen a “saját” energiából próbál meg elsősorban gazdálkodni a termelő. A költségek csökkentésében az is szerepet játszhat, hogy a centralizált energiatermeléssel szemben a megújuló energiaforrásokból történő energiatermelés decentralizált. Ez azt jelenti, hogy a maga a termelés sokkal közelebb történik a fogyasztóhoz, mint a hagyományos értelemben. Mivel nem kell földrajzilag nagy távokat áthidalni, ezáltal kisebb infrastruktúra is elegendő az energia szállításához, amely kisebb költséggel jár. Fontos azonban szem előtt tartani, hogy a támogatórendszer úgy kerüljön kialakításra, hogy az méltányos legyen. Azaz segítség a beruházások megkezdését, de túlzott mértékűvé ne váljanak, hanem egy stabil és hosszú távon működni képes keretet adjanak a fejlődésnek. Továbbá az igazgatási eljárások során is meg kell találni azt az egyensúlyt. Olyan eljárásokra van szükség, amely lehetővé teszi a civil termelők számára a gyors és hatékony ügyintézkést, de még nem túlzottan megengedő.

Hogy energiaközösségek létesülhessenek, a jogi feltételeket is meg kell teremteni a magyar jogrendben. Jelen pillanatban még igen bonyolultnak és tisztázatlannak tűnik a társasházak részéről megoldani a befolyó összegek elszámolását, hiszen erre még gyakorlati példák hazánkban nem születtek. Célszerűnek tűnhet például a társasház által megtermelt energiát a helyben megtalálható ipari létesítményeknek, KKV-knak eladni, mivel az ipari áramenergiadíjak jelentősen magasabbak, mint a lakossági díjszabás. Így például a társasházban található vendéglő vagy más ott működő szolgáltatók is olcsóbban jutnának a villamos energiához, ezzel csökkentve a vállalkozások költségét, míg a termelői közösség befektetése is hamarabb megtérülne. De egyéb megoldások, mint például a társasház elé telepített elektromos autó/busz töltőállomás is nagyban csökkentené a megtérülési időt, attól függetlenül, hogy a beruházási költségek jelentősen magasak lennének.

A fejlődés hazánkban még kezdeti stádiumban van és a teljes önellátás még nem tekinthető megoldottnak. Az időszakos jellegre esetleg egy hibrid rendszer jelenthet megoldást, amely több energiaforrást, tárolási megoldást és igénykezelést képes

egyszerre ötvözni. Ennek eredményeként “intelligens hálózatok” jöhetnének létre, amelyek párhuzamosan képesek garantálni a fenntartható, valamint a gazdaságos és a biztonságos villamosenergia-ellátást. Ha ilyen rendszert szeretnénk telepíteni Magyarországon, akkor annak megtérülési ideje jelentősen hosszabb, mint Németországban, mivel jelenleg a magyar lakossági áram díja lényegesen kedvezőbbnek mondható más európai országokhoz képest. A tárolókapacitással ellátott napelemes rendszer beruházásának megtérülési ideje előreláthatólag jelentősen csökkenni fog a bruttó elszámolási rendszerénél, bár ennek pontos értékei még tisztázatlanok. További innovatív megoldást jelenthet a villamosenergia- és hőtermelés ötvözése, amely lehetővé teszi a sürgős tárolókapacitás felszabadítását. Ezáltal a megtermelt villamosenergia-többlet hasznosíthatóvá válik hőszivattyúk és melegvízartályok segítségével hűtési és fűtési célra.

Másik nagyszerű energiatárolási megoldás az üzemanyagcellák alkalmazása lehet, amelyből villamos és hőenergia is egyaránt kinyerhető a folyamatok révén. Ennek hasznosítását a dolgozat nem tárgyalta, mivel jelenleg nem adottak a gazdasági és az infrastrukturális feltételek ennek hasznosítására Magyarországon, de remélhetőleg ez mielőbb megváltozik.

A sikeres és fenntartható fejlődéshez bizonyosan szemléletváltásra van szükség. A lakosságnak meg kell tanulnia élni a lehetőséggel és összefogással nyitni az innováció felé. Az utóbbi években bevezetett támogatások hazánkban, elindították a civil szférát a megújuló energiaforrások használatának útján. Megfelelő kommunikációval és edukációval elérhető, hogy akár háztartásonként, akár energiaközösségenként több és több megújuló energiaforrás kerüljön felhasználásra.

11. ÖSSZEFOGLALÓ

Hatalmas változások történtek az elmúlt 10 évben a villamos energia termelése területén, amely, ha követi a jelenleg is meglévő fejlődési tendenciát, akkor teljesen átreformálja a jelenleg centralizált központú energiatermelés hálózati modellt. A 2000-es évektől kezdve a szél, illetve napenergia technológiák és beruházások viszonylag rövid idő alatt nagy fejlődést értek el az iparágban. Jelenleg ugyanez az átalakulás zajlik az energiatárolók területén, legyen szó egy nagyobb kapacitású energiatároló akkumulátorjáról vagy hidrogén alapú üzemanyagcellákról. Nem véletlenül minősülnek vonzó célkitűzésnek ezek az iparági fejlesztőknek és befektetőknek. Ezek a fejlesztések és a technológia terjedése az árakra is pozitív hatással lesznek, ezáltal évek múlva elérhetőbbé válik az emberek és így az energiaközösségek számára is a fejlődés.

A közösségienergia lényege nem csak abban rejlik, hogy a benne résztvevő tagok olcsóbb energiához jutnak, hanem ezek a szövetkezetek, mind egy falu közössége, önkormányzatok, lakossági csoportok saját maguk termelik meg megújuló energiából a fogyasztásukat kielégítő energiát, helyben tartva a bevételeket, munkahelyeket és döntenek a fontosabb kérdésekkel kapcsolatban, ezzel egy összetartó közösséget formálva. Túlmutató előnye ennek a társadalmi innovációnak, hogy a társadalmi gondolkodásmódot is változtatja az újfajta *“prosumer”* szerep, hiszen még inkább ösztönzi az embereket az optimális energiahasználatra, ezáltal arra is, hogy a jövő nemzedékének egy biztosabb jövőt teremtsenek, megőrizték a természeti értékeket és a közösségben rejlő lehetőségeket.

12. SUMMARY

The last 10 years have seen huge changes in the electricity generation. If this trend continues, it will completely reform the current centralised power generation. In the 2000s, wind and solar technologies have developed relatively rapidly. These industries have developed enormously during this time. Now energy storage is evolving, too. Conventional batteries are evolving, as are new, innovative hydrogen fuel cells. This development and the spread of technologies are leading to lower prices. As prices come down, people will have access to these technologies, so energy communities will be able to use these technologies.

Community energy is not only about members getting cheaper energy, but also about these co-operatives, a village community, municipalities, groups of residents, producing their own energy from renewable energy to meet their consumption needs. The community will then generate jobs, form a cohesive community, and make decisions together about the community. The overarching benefit of this social innovation is that it also changes the way society thinks about the new role of the prosumer, encouraging people to use energy optimally and thereby creating a more secure future for future generations, preserving natural assets and the potential of the community.

13. IRODALOMJEGYZÉK

Benjamin K. SOVACOOOL: *How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions*. in: Energy Research & Social Science 13, 2013. pp. 202–215.

<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

Bill SLEE: *Social innovation in community energy in Scotland: Institutional form and sustainability outcomes*. Global Transitions, 2020. 2. kötet pp.157-166.

<https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.07.001> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

Heinrich Böll STIFTUNG: *A német energiaátmenet könyve*. Energy Transition 2017.

https://wiki.energytransition.org/files/2018/12/German-Energy-Transition_hu.pdf
(letöltés dátuma: 2021.11.21.)

HORVÁTH Nóra: *Az energia demokratizálása. Közösségi Energia - Energiaközösségek*.

<https://energiaklub.hu/cikk/az-energia-demokratizalasa-4966> (letöltés dátuma: 2021.11.26.)

KOCZISZKY György [et al.]: *A társadalmi innováció vizsgálatának tapasztalatai és fejlesztési lehetőségei*. Vezetéstudomány / Budapest Management Review XLVIII. évf. 2017. 6–7. szám pp. 15-19.

<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2017.06.02> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

MAGYAR László: *Közösségi Energia. Energia a közösség szolgálatában*.

<https://energiaklub.hu/node/4062> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

Magyar Természetvédők Szövetsége: *A közösségi megújuló energia mindenkinek jár*.

https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2019/01/magyar_-_kozossegi_energia_mindenkinek_jar.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

MÉSZÁROS Lajos – SCHOTTNER Károly: *Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez. Megújuló energiatermelő rendszerek, napeleme erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara, Elektrotechnikai Tagozat. 2015.

<https://docplayer.hu/808728-Megujulo-energiatermelo-rendszerek-napelemes-eromuvek.html> (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

MOLNÁR Ferenc: *Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal*. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században. Budapest, 2018. pp. 172-186.

http://kgk.uni-obuda.hu/sites/default/files/172_VF2018_VF_2018_2.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

TAKÁCSNÉ PAPP Adrienn – HORVÁTH Ágnes: *Közösségi Energia, mint az energiaátmenet egy lehetséges eszköze*. Multidiszciplináris tudományok, 11. kötet. 2.sz.

2021. pp. 213-223.

<https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.2.28> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

VÉGHÉLY Tamás: *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. Budapest, 2014.

MEKH: *Energiastatisztika 2020. éves riport-előzetes adatok*.

http://www.mekh.hu/download/6/8d/f0000/Energiastatisztika_2020e.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.25.)

MEKH: *Megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya 2005-2020*.

http://www.mekh.hu/download/1/6d/f0000/6_1_megujulo_energiaforrasok_felhasznalas_anak_reszaranya_2005_2020e.xlsx (letöltés dátuma: 2021.11.25.)

OMSZ: *Magyarország éghajlata - általános leírás*.

https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/altalanos_leiras/ (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

OMSZ: *Budapest éghajlati jellemzői*.

https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Budapest/ (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

<http://korkorosgazdasag.hu/tudtad-e/kozossegi-energia-helyi-megoldasok-a-fenntarthato-energiatermelesre/> (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/Fact_sheets_countries/Hungary/7._Fact_Sheet_Energy_Cooperatives_HU.pdf (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210306/a-nap-es-szelenergia-forradalma-ellenero-ke-tarthat-az-energiatmenet-472854> (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

<https://kitekinto.hu/2020/09/16/gazdasag/a-jarvany-miatt-felgyorsulhat-az-energiatmenet/184457/> (letöltés dátuma: 2021.11.22.)

<https://www.desertec.org/about-us/> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

<https://energiaklub.hu/cikk/a-kozossegi-energia-nemetorszagban-egy-bajor-kisvaros-peldamutato-tortenete-5014> (letöltés dátuma: 2021.11.21.)

<https://www.napi.hu/nemzetkozi-gazdasag/napelem-rekord-aramtermeles-atomeromuszeneromu-energiamix-fraunhoferise-nemetorszag.732156.html> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

<https://www.eu-solar.hu/blog/tovabb-duborog-a-nemet-napelem-telepites/> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

<https://www.pv-magazine.com/2021/06/18/solar-mandatory-on-new-buildings-in-berlin-from-2023/> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

<https://powerplants.vattenfall.com/horns-rev-3/> (letöltés dátuma: 2021.11.23.)

<https://www.mszt.hu/szeleromuvek-magyarorszagon/> (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

<https://njt.hu/jogszabaly/2016-277-20-22> (letöltés dátuma: 2021.11.24.)

<https://www.eu-solar.hu/blog/szaldo-elszamolas-a-gyakorlatban/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

<https://solar-kit.hu/brutto-elszamolas-mire-szamithatunk/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

<https://solar-kit.hu/szaldos-vagy-brutto-elszamolas/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

<https://solar-kit.hu/energiatarolas-napelemes-rendszerrel/> (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

https://www.novill.hu/magazin-fooldal/567-vezetkek-terhelhetoseg-meretezese?fbclid=IwAR03H__lMjZ50YMuNar5zZ6cunKDrNlTHpYXFFy1Ke66vDtNiZnPPCnB98o (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP (letöltés dátuma: 2021.11.28.)

14. MELLÉKLETEK

Mellékletek jegyzéke:

1. számú melléklet: Magyarországon a megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a bruttó végső energia fogyasztáson belül 2005-2019
2. számú melléklet: Havi bontású besugárzási diagram fix telepítésű napelemnél (55° dőlés, Azimut: $+14^\circ$)
3. számú melléklet: A tervezett napelemes rendszer villamos energia termelése havi bontásban
4. számú melléklet: A vezetékek megengedett alapterhelése
5. számú melléklet: Háztartási méretű kiserőmű, kiosztási vázlat terv, napelemkiosztás
6. számú melléklet: Háztartási méretű kiserőmű, kiosztási vázlat terv, stringkiosztás
7. számú melléklet: Háztartási méretű kiserőmű, kiosztási kiviteli terv, nyomvonalrajz
8. számú melléklet: Háztartási méretű kiserőmű, egyvonalas kapcsolási rajz (sematikus ábrázolás)
9. számú melléklet: Háztartási méretű kiserőmű, egyvonalas kapcsolási rajz (sematikus ábrázolás)
10. számú melléklet: Longi solar napelemtábla katalógus
11. számú melléklet: Fronius akkumulátorcsomag katalógus
12. számú melléklet: Fronius Symo GEN24 10.0 Plus inverter katalógus

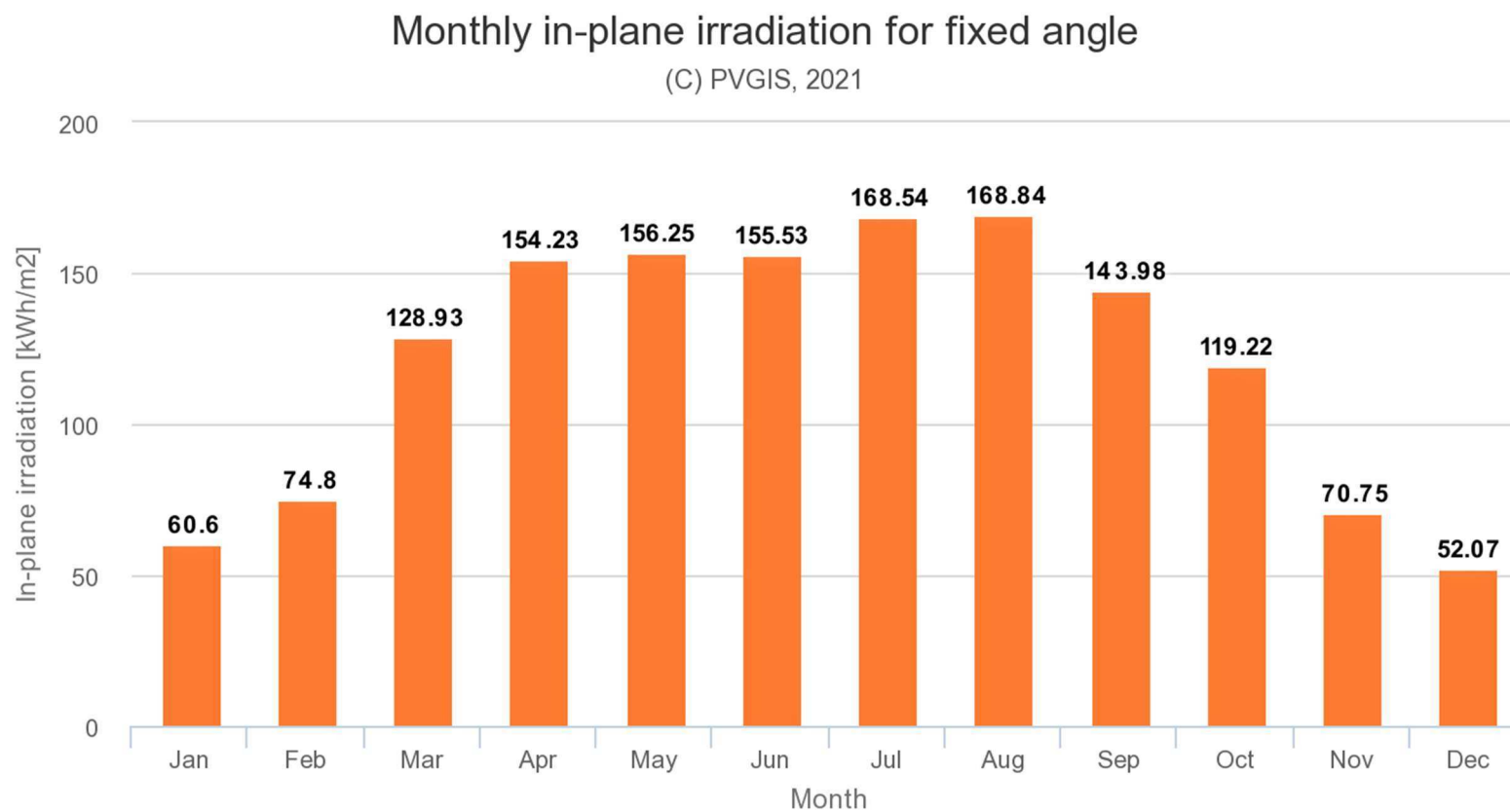
1. SZÁMÚ MELLÉKLET

Megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a bruttó végső energia fogyasztáson belül															
(százalék) %															
Megnevezés	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részaránya a bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül	4,4	3,5	4,2	5,3	7,0	7,1	6,4	6,1	6,6	7,3	7,3	7,3	7,5	8,3	10,0
A megújuló energiaforrásokból előállított energia fűtési és hűtési célú bruttó fogyasztásának a részaránya a fűtésben és hűtésben	9,9	11,4	13,5	12,0	17,0	18,1	20,0	23,3	23,7	21,3	21,3	21,0	19,9	18,2	18,1
A megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának reszaránya a közlekedésben	1,0	1,2	1,6	5,2	5,9	6,2	6,2	6,0	6,3	7,0	7,2	7,8	7,7	7,7	8,0
A megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztásban	6,9	7,4	8,6	8,6	11,7	12,7	14,0	15,5	16,2	14,6	14,5	14,4	13,5	12,5	12,6

Forrás: http://www.mekh.hu/download/1/6d/f0000/6_1_megujulo_energiaforrasok_felhasznalasanak_reszaranya_2005_2020e.xlsx

(letöltés dátuma: 2021.11.25.)

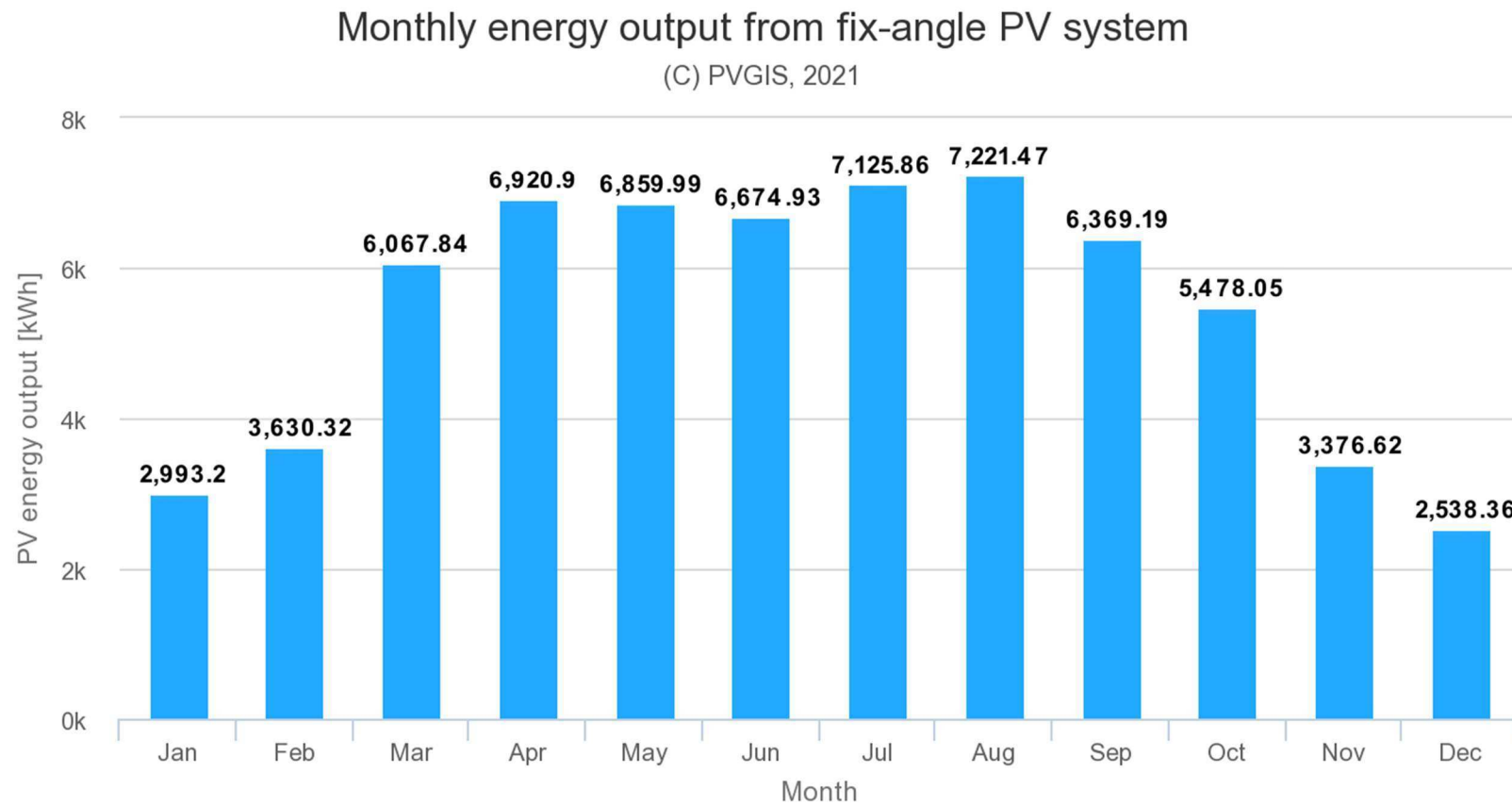
2. SZÁMÚ MELLÉKLET



Forrás: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP

3. SZÁMÚ MELLÉKLET

A tervezett napelemes rendszer villamos energia termelése havi bontásban



Forrás: (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP)

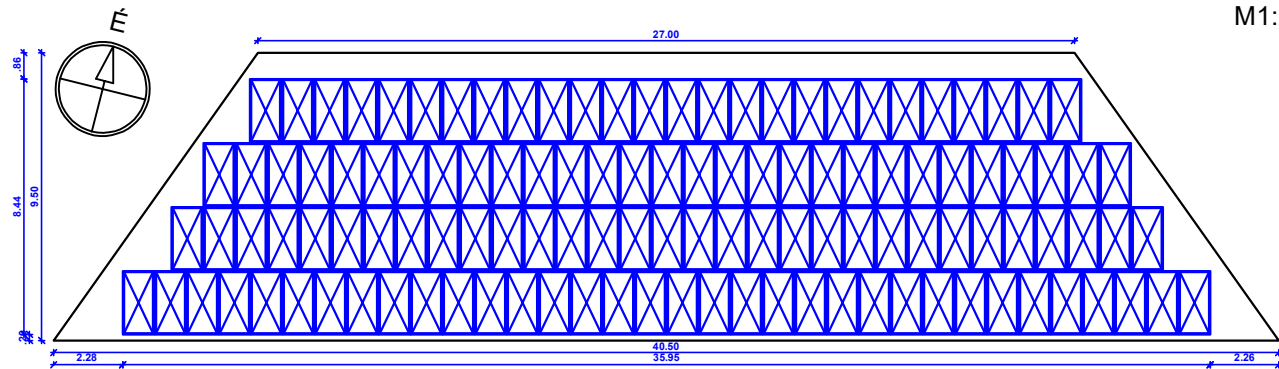
4. SZÁMÚ MELLÉKLET

A vezetékek megengedett alapterhelése

A vezető keresztmetszete mm²	Megengedett terhelés „A” www.novill.hu						Biztosító betétek
	A csoport		B csoport		C csoport		
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	
0.5	7	-	10	-	13	-	-
0,75	10	-	13	-	16	-	-
1	12	-	16	-	20	-	6
1.5	16	13	20	17	25	22	10
2.5	21	16	27	21	34	27	16
4	27	21	36	29	45	35	20
6	35	27	47	37	57	45	25
10	48	36	65	51	78	61	35
16	63	51	87	68	104	82	50
25	83	65	115	90	137	107	63
35	110	86	143	112	168	132	80
50	140	110	178	140	210	165	100
70	175	140	220	173	260	205	125
95	215	175	265	210	310	245	160
120	255	205	310	245	365	285	200
150	295	235	355	280	415	330	250
185	340	270	405	320	475	375	315
240	400	300	480	380	560	440	400
300	470	375	555	435	645	510	500
400	570	455	690	540	770	605	630
500	660	530	820	640	880	690	-

Forrás: https://www.novill.hu/magazin-fooldal/567-vezetek-terhelhetosege-meretezese?fbclid=IwAR03H__IMjZ50YMuNar5zZ6cunKDrNITHpYXFFy1Ke66vDtNiZnPPCnB98o
(letöltés dátuma: 2021.11.28.)

5. SZÁMÚ MELLÉKLET



M1:250

Napelemek: (pink)
24 db Longi Solar LR4-72HIH-455M

Inverter: 1 db Fronius Symo GEN24 10.0 Plus
1. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string
2. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

Napelemek: (zöld)
24 db Longi Solar LR4-72HIH-455M

Inverter: 1 db Fronius Symo GEN24 10.0 Plus
1. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string
2. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

Napelemek: (sötétkék)
24 db Longi Solar LR4-72HIH-455M

Inverter: 1 db Fronius Symo GEN24 10.0 Plus
1. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string
2. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

Napelemek: (világoskék)
24 db Longi Solar LR4-72HIH-455M

Inverter: 1 db Fronius Symo GEN24 10.0 Plus
1. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string
2. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

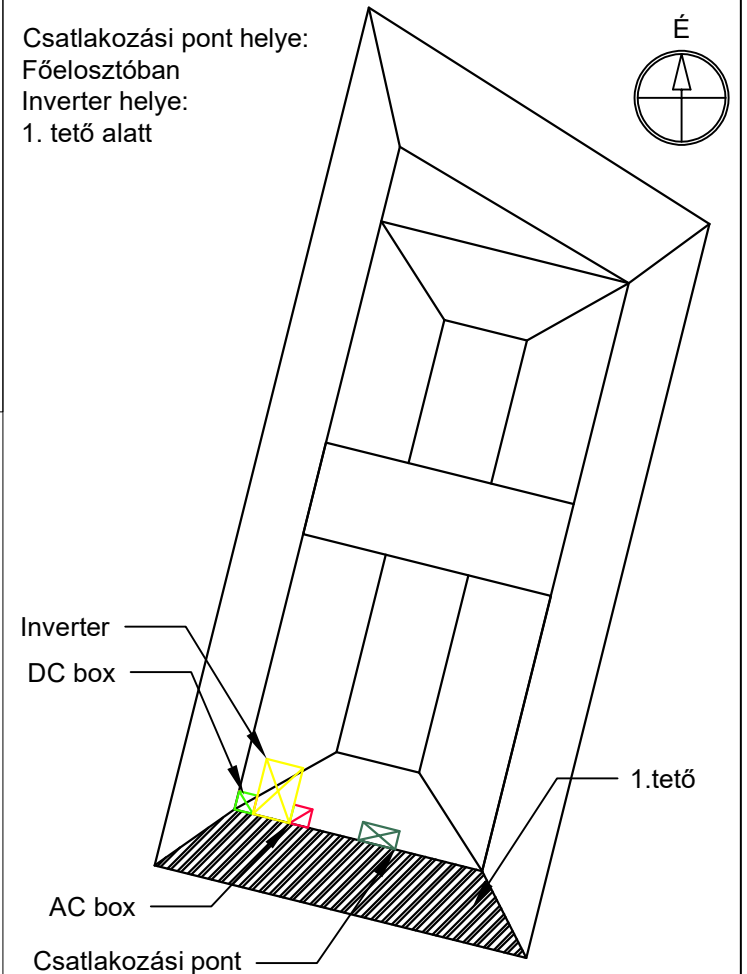
Napelemek: (citromsárga)
24 db Longi Solar LR4-72HIH-455M

Inverter: 1 db Fronius Symo GEN24 10.0 Plus
1. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string
2. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

5 db tűzvédelmi leválasztók apcsoló beépítése szükséges
10 db AC T1+T2 túlfeszültség levezető beépítése szükséges
10 db DC T1+T2 túlfeszültség levezető beépítése szükséges

Teljes rendszer mérete: 54600 Wp (54,6 kWp)
Teljes rendszer éves hozama: 65200 kWh/év
Rendszerméret inverterenként: 10920 Wp (10,92 kWp)
Rendszer éves hozama inverterenként: 13040 kWh/év
Inverterenkénti teljesítményviszony: 109%

Csatlakozási pont helye:
Főelosztóban
Inverter helye:
1. tető alatt



M1:800

1. tető:
Napelemek tájolása: +14°
Napelemek dőlése: 55°

Tervező: Mórocz Máté

Munka megnevezése:
Háztartási méreتي kiserőmű, kiosztási vázlat terv
Terv név: Napelemkiosztás

Tetőszerkezet: hód farkú cserép
Tartószerkezet: kampó hód farkúhoz+
sín

Projektazonosító: Szakdolgozat
Megvalósítás helye: Budapest

6. SZÁMÚ MELLÉKLET

7. SZÁMÚ MELLÉKLET

"A" Napelemek:

120 db Longi Solar LR4-72HIH-455M

Rendszerméret: 5x10920 Wp (5x10,92 kWp)

Rendszer éves hozama: 5x13040 kWh/év

Inverter: 5 db Fronius Symo GEN24 10.0 Plus

1. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

2. munkapont: 1 db string: 12 db napelem/string

Inverterek teljesítményviszonya: 109%

5 db tűzvédelmi leválasztók apcsoló beépítése szükséges
10 db AC T1+T2 túlfeszültség levezető beépítése szükséges
10 db DC T1+T2 túlfeszültség levezető beépítése szükséges

Tetőszerkezet: hódfarkú cserép

Tartószerkezet: kampó hódfarkúhoz+
sín

1. tető:

Napelemek tájolása: +14°

Napelemek dőlése: 5°

Solar kábel: 5 x 2 x 1 x 6 mm²
kábeltálcában, védőcsőben

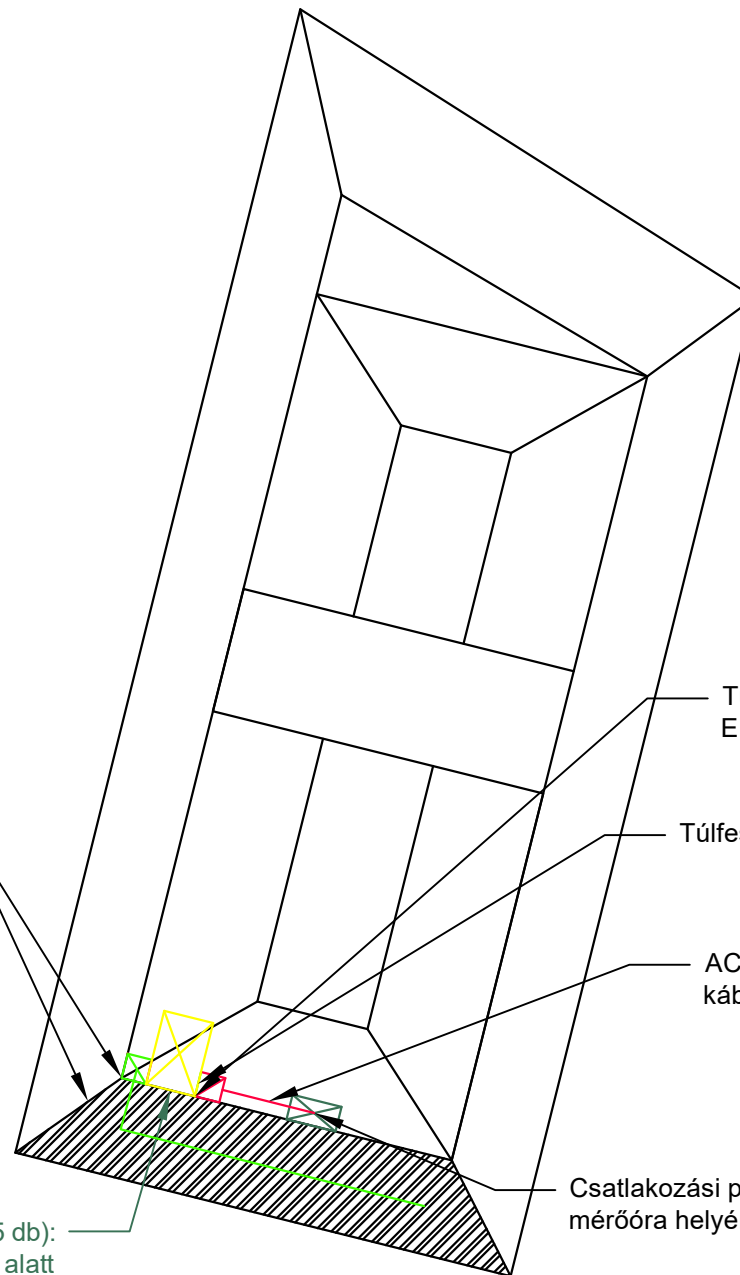
Inverterek helye (5 db):
tető alatt

Túlfeszültség korlátozó,
EPH helye

Túlfeszültség korlátozó helye

AC kábel: 5 x 5 x 6 mm²
kábeltálcában, védőcsőben

Csatlakozási pont:
mérőóra helyén, a főelosztóban



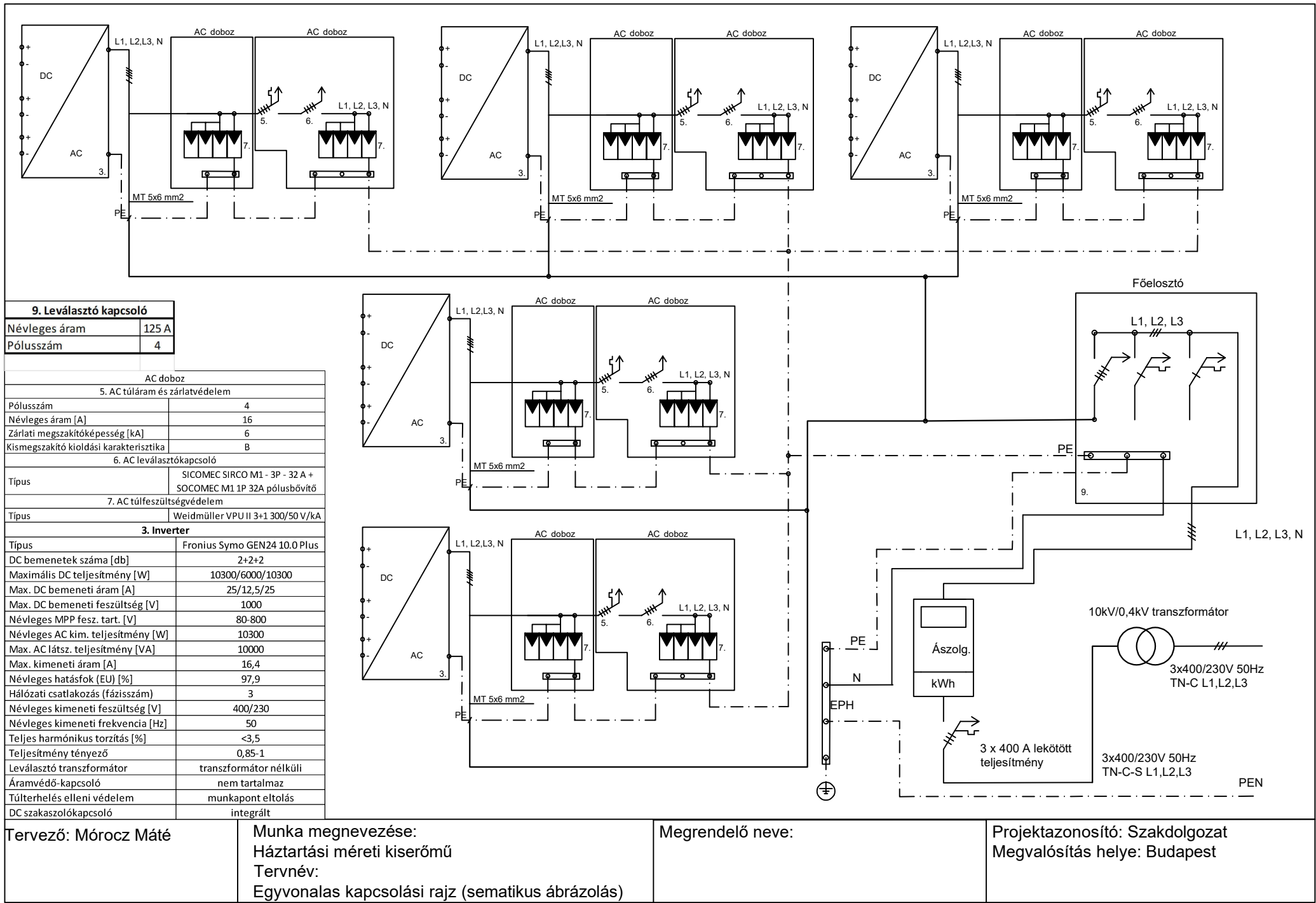
Tervező: Mórocz Máté

Munka megnevezése:
Háztartási méreti kiserőmű, kiviteli terv
Tervnév:
Nyomvonalrajz

Méretarány:
M1:600

Projektazonosító: Szakdolgozat
Megvalósítás helye: Budapest

8. SZÁMÚ MELLÉKLET



9. SZÁMÚ MELLÉKLET

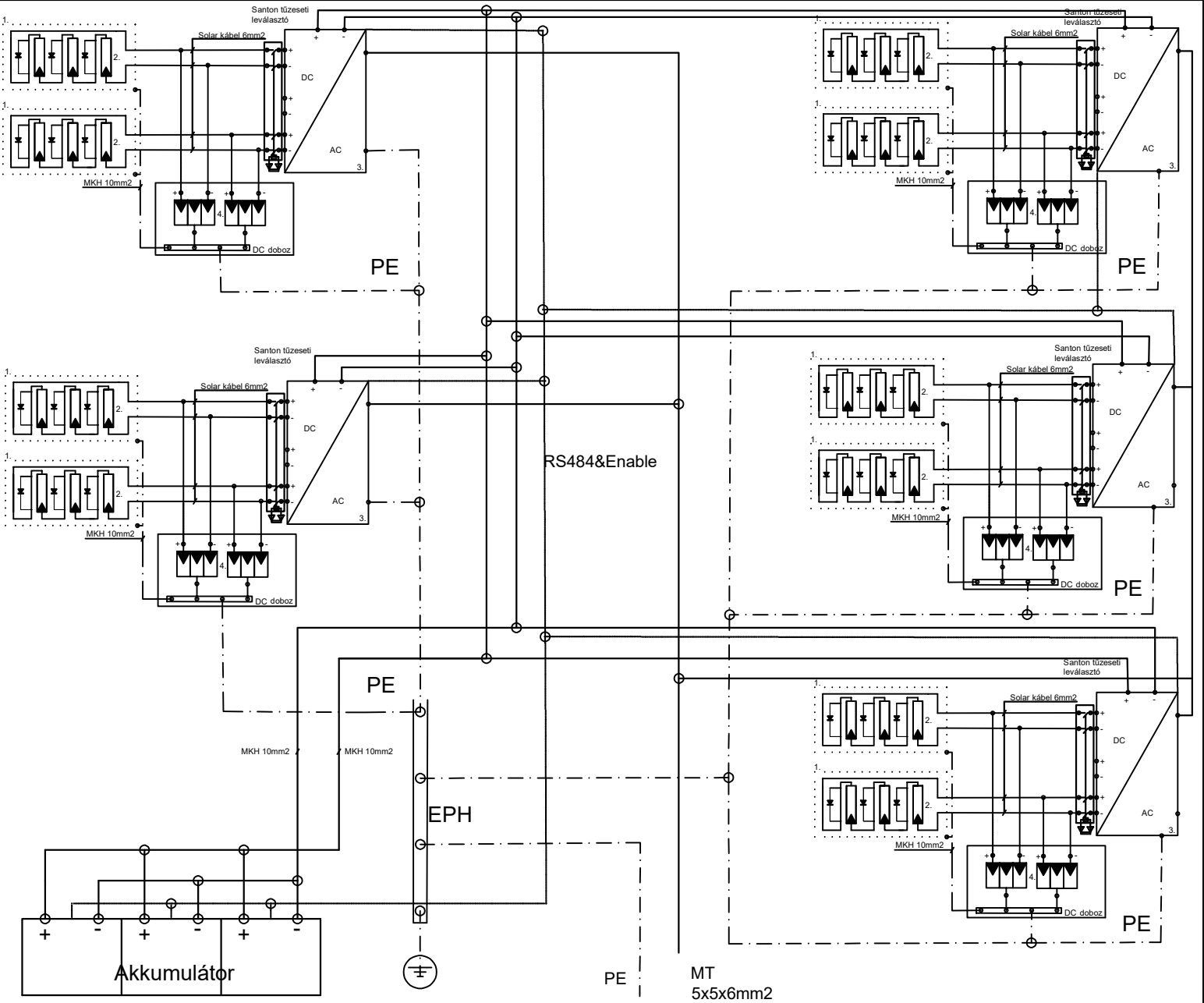
1. Napelem adatok		
Típus: Longi Solar LR4-74HIH-455M		
Max. teljesítmény [Wp]	455	
Üresjárási fesz. (Voc) [V]	49,5	
Rövidzárási áram (Isc) [A]	11,66	
Max. névleges fesz. (Vmp) [V]	41,7	
Max. névleges áram (Imp) [A]	10,92	
Névleges hatásfok (STC) [%]	20,9	
Max. rendszrefeszültség [V]	1500	

2. Sztring adatok		
Sztringek száma [db]	1	1
Napelem szám / sztring [db]	12	12
Sztring feszültség [V]	428,23	428,23
Sztring üresjárási feszültség [V]	650,13	650,13
Sztring rövidzárási árama [A]	11,66	11,66

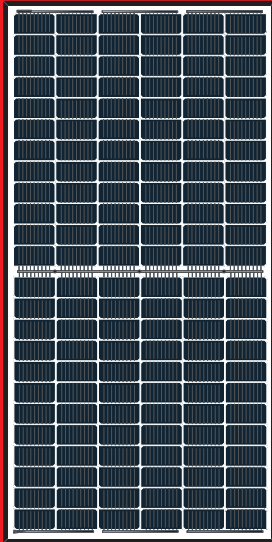
3. Inverter	
Típus	Fronius Symo GEN24 10.0 Plus
DC bemenetek száma [db]	2+2+2
Maximális DC teljesítmény [W]	10300/6000/10300
Max. DC bemeneti áram [A]	25/12,5/25
Max. DC bemeneti feszültség [V]	1000
Névleges MPP fesz. tart. [V]	80-800
Névleges AC kim. teljesítmény [W]	10300
Max. AC látsz. teljesítmény [VA]	10000
Max. kimeneti áram [A]	16,4
Névleges hatásfok (EU) [%]	97,9
Hálózati csatlakozás (fázisszám)	3
Névleges kimeneti feszültség [V]	400/230
Névleges kimeneti frekvencia [Hz]	50
Teljes harmonikus torzítás [%]	<3,5
Teljesítmény tényező	0,85-1
Leváltató transzformátor	transzformátor nélküli
Áramvédő-kapcsoló	nem tartalmaz
Túlterhelés elleni védelem	munkapont eltolás
DC szakaszolókapcsoló	integrált

4. DC túlfeszültségvédelem	
Típus	Weidmüller VPU PV II 3
Védelem típusa	II. védelmi fokozat
Méretezési feszültség [V]	1100
Villám levezetőkép. (10/350us) [kA]	-
Névleges levezetőkép. (8/20us) [kA]	20
Védelmi szint [kV]	<2

Tervező: Mórocz Máté	Munka megnevezése: Háztartási méreti kiserőmű Tervnév: Egyvonalas kapcsolási rajz (sematikus ábrázolás)	Megrendelő neve:	Projektazonosító: Szakdolgozat Megvalósítás helye: Budapest
----------------------	--	------------------	--



10. SZÁMÚ MELLÉKLET



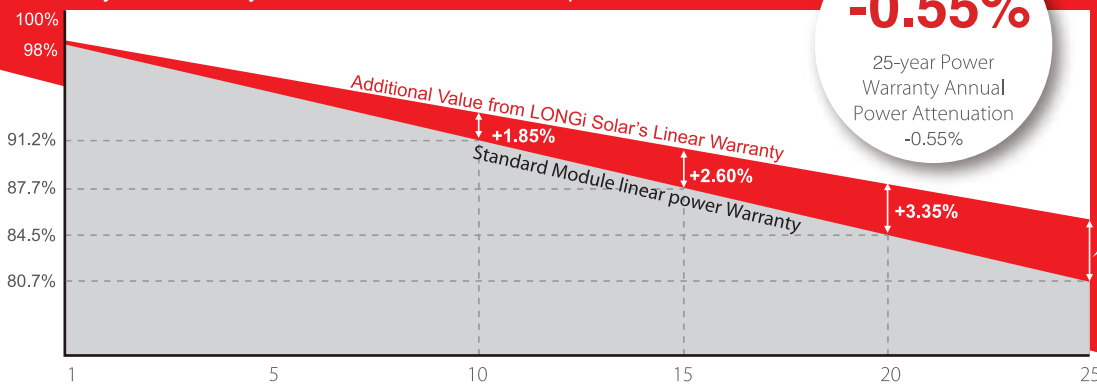
LR4-72HH 425~455M



**High Efficiency
Low LID Mono PERC with
Half-cut Technology**

*Both 6BB & 9BB are available

12-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output



+4.10%

-0.55%

25-year Power
Warranty Annual
Power Attenuation
-0.55%

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
ISO 9001:2008: ISO Quality Management System
ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System
TS62941: Guideline for module design qualification and type approval
OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and tests.
LONGi Solar reserves the right of interpretation.

Positive power tolerance (0 ~ +5W) guaranteed

High module conversion efficiency (up to 20.9%)

Slower power degradation enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%,
0.55% year 2-25

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM
selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

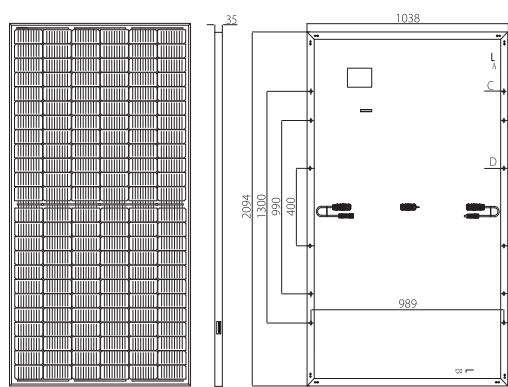
LONGi

Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

LR4-72HIH 425~455M

Design (mm)



Mechanical Parameters

Cell Orientation: 144 (6×24)
 Junction Box: IP68, three diodes
 Output Cable: 4mm², 1400mm in length
 Glass: Single glass
 3.2mm coated tempered glass
 Frame: Anodized aluminum alloy frame
 Weight: 23.5kg
 Dimension: 2094×1038×35mm
 Packaging: 30pcs per pallet
 150pcs per 20'GP
 660pcs per 40'HC

Operating Parameters

Operational Temperature: -40 °C ~ +85 °C
 Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
 Voc and Isc Tolerance: ±3%
 Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
 Maximum Series Fuse Rating: 20A
 Nominal Operating Cell Temperature: 45±2 °C
 Safety Protection Class: Class II
 Fire Rating: UL type 1 or 2

Electrical Characteristics

Test uncertainty for Pmax: ±3%

Model Number	LR4-72HIH-425M		LR4-72HIH-430M		LR4-72HIH-435M		LR4-72HIH-440M		LR4-72HIH-445M		LR4-72HIH-450M		LR4-72HIH-455M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	425	317.4	430	321.1	435	324.9	440	328.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.3	45.3	48.5	45.5	48.7	45.7	48.9	45.8	49.1	46.0	49.3	46.2	49.5	46.4
Short Circuit Current (Isc/A)	11.23	9.08	11.31	9.15	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.5	37.7	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.50	8.42	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75
Module Efficiency(%)	19.6		19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9	

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25 °C, Spectra at AM1.5

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20 °C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Temperature Ratings (STC)

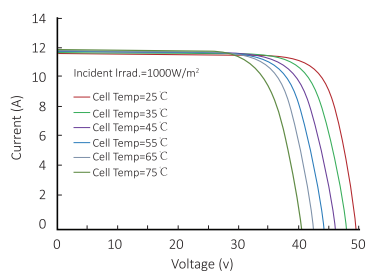
Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

Mechanical Loading

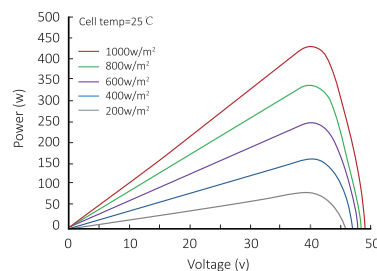
Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

I-V Curve

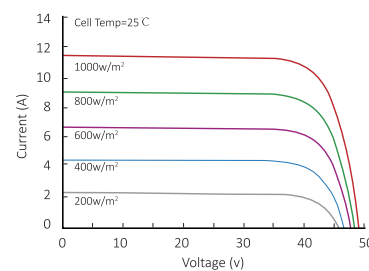
Current-Voltage Curve (LR4-72HIH-440M)



Power-Voltage Curve (LR4-72HIH-440M)



Current-Voltage Curve (LR4-72HIH-440M)



LONGi

Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
 Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

11. SZÁMÚ MELLÉKLET

ENERGIATÁROLÁSI MEGOLDÁSOK

Fronius GEN24 Plus és BYD Battery Box
Premium HVS/HVM kombinációkkal.

ELŐNYÖK ÁTTEKINTÉSE:

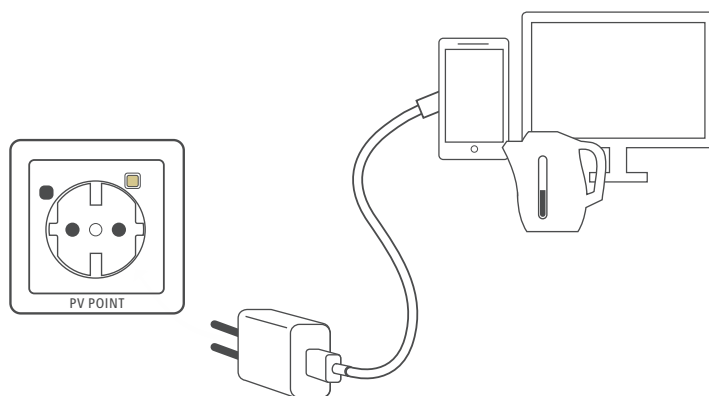
- / Napenergia felhasználása éjjel is lehetséges
- / Igényorientált tartalék áramforrás változatok
- / Lehetséges a fogyasztók ellátása és az akkumulátor egyidejű töltése akár áramszünet esetén is.
- / Magas önfogyasztás és önellátási arányok



- 1 Fronius Inverter
- 2 Fronius Smart Meter
- 3 BYD Battery-Box Premium HVS/HVM

BEÉPÍTETT ALAP TARTALÉKENERGIA ELLÁTÁS: A PV POINT

- / Egyfázisú háztartási fogyasztók ellátása akár 3kW-ig
- / Külső, extra komponensek beépítése nélkül
- / Használható akkumulátorral és nélküle is



Önfogyasztás



Költséghatékonyság



Energiahatékonyság



Telepítés könnyedsége



* A 2020-as energiatároló vizsgálat még a BYD Battery Box HV-val volt elvégezve.

** a háztartás hőtermelésétől függően.

BYD BATTERY-BOX PREMIUM								
MAXIMALE LADE-/ENTLADELEISTUNG MIT GEN24 PLUS [KW]	HVS			HVM				
	HVS 5.1	HVS 7.7	HVS 10.2	HVM 11.0	HVM 13.8	HVM 16.6	HVM 19.3	HVM 22.1
Primo GEN24 3.0 Plus	3,11	3,11	-	3,11	3,11	3,11	3,11	-
Primo GEN24 3.6 Plus	3,81	3,81	-	3,81	3,81	3,81	3,81	-
Primo GEN24 4.0 Plus	4,14	4,14	-	4,14	4,14	4,14	4,14	-
Primo GEN24 4.6 Plus	4,51	4,75	-	4,51	4,75	4,75	4,75	-
Primo GEN24 5.0 Plus	4,51	5,17	-	4,51	5,17	5,17	5,17	-
Primo GEN24 6.0 Plus	4,51	6,20	-	4,51	5,63	6,20	6,20	-
Symo GEN24 3.0 Plus	2,56	3,15	3,15	2,56	3,15	3,15	3,15	3,15
Symo GEN24 4.0 Plus	2,56	3,84	4,18	2,56	3,20	3,84	4,18	4,18
Symo GEN24 5.0 Plus	2,56	3,84	5,20	2,56	3,20	3,84	4,48	5,20
Symo GEN24 6.0 Plus	4,51	6,22	6,22	4,51	5,63	6,22	6,22	6,22
Symo GEN24 8.0 Plus	4,51	6,76	8,26	4,51	5,63	6,76	7,88	8,26
Symo GEN24 10.0 Plus	4,51	6,76	9,01	4,51	5,63	6,76	7,88	9,01

A GEN24 PLUS ÉS A BYD BATTERY BOX PREMIUM HVS/HVM PÁRHUZAMOS MŰKÖDÉSE:

A BYD Battery Box Premium HVS/HVM kaszkádosisíthatóságának köszönhetően, már három akkumulátort is összekapcsolhatunk egymással párhuzamosan. Az akkumulátorok párhuzamos működésének egyik nagy előnye, hogy magas tárolókapacitást érhetünk el általuk. Még kisebb kereskedelmi rendszerek is megvalósíthatóak a GEN24 Plus és a BYD Battery Box Premium HVS/HVM-el.

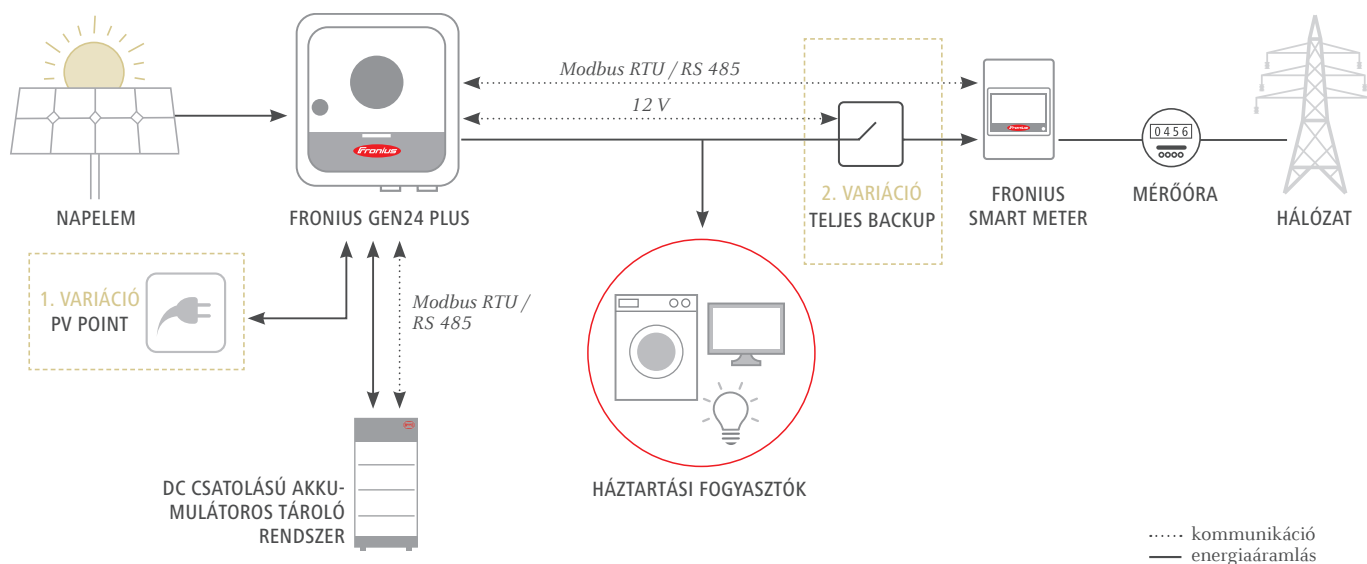
A KÖVETKEZŐ TÁBLÁZAT MEGMUTATJA NEKÜNK A LEHETSÉGES KOMBINÁCIÓKAT AZ INVERTER ILLETVE A TÁROLÓ TÍPUSÁTÓL FÜGGŐEN:

BYD BATTERY-BOX PREMIUM									
	HVS			HVM					
	2x / 3x HVS 5.1	2x / 3x HVS 7.7	2x / 3x HVS 10.2	2x / 3x HVM 11.0	2x / 3x HVM 13.8	2x / 3x HVM 16.6	2x / 3x HVM 19.3	2x HVM 22.1	3x HVM 22.1
Symo GEN24 Plus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Primo GEN24 Plus	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-

A párhuzamos működés növeli az akkumulátor kapacitását, de a töltési és kisütési teljesítmény ugyanakkora marad mint egyetlen akkumulátornál.

Kérem hogy kövessék a BYD ajánlásait a BYD Battery-Box Premium HVS/HVM párhuzamos működtetése során. A nemzeti szabályozások szerint, olyan áramvédő kapcsoló használatát ajánljuk, amely megfelel a frekvencia átalakítók számára, és legalább 100mA-es hibaáramot érzékel. A párhuzamos működés mindig függ az elérhetőségtől, illetve az országban elérhető engedélyektől.

RENDSZER SÉMA



MI SZÜKSÉGES A FRONIUS AKKUMULÁTOROS TÁROLÓ MEGOLDÁSAINAK MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ?

ESZKÖZ	TÍPUS	MEGJEGYZÉS
INVERTER	Fronius Primo GEN24 Plus vagy Symo GEN24 Plus	Az inverternek és az akkumulátor típusnak kompatibilisnek kell lennie
AKKUMULÁTOR	BYD Battery-Box Premium HVS/HVM	további információk a BYD- Battery Box Premium HVS/HVM -ről a következő linken https://eft-systems.de/ és http://alpspower.com.au/
FRONIUS SMART METER	63A-1; 63A-3; 50KA-3 240V-3 UL; 480V-3 UL; 600V-3 UL TS 100A-1; TS 65A-3; TS 5KA-3	/ Alkalmos egyfázisú és háromfázisú hálózatokhoz / Az energiafogyasztást és a hálózathoz tartozó energiát méri
KOMMUNIKÁCIÓ INVERTER ÉS AKKUMULÁTOR KÖZÖTT	Az inverter árnyékolt 4 polusú kábel (CAT5e vagy magasabb) kommunikál az akkumulátorral, Modbus RTU (RS485). További részletek a GEN24 Plus kezelési útmutatóban. Hogy biztosítani tudjuk a megfelelő működést, az inverternek és az akkumulátornak is mindig a legfrissebb szoftverrel kell rendelkezzenek. Az inverteren történő szoftverfrissítés elindítható Solar.web-ről.	
KOMMUNIKÁCIÓ INVERTER ÉS SMART METER KÖZÖTT	Kábelcsatlakozás (CAT5 és magasabb) a Modbus RTU-n (RS485) keresztül	

TARTALÉK ÁRAMELLÁTÁS OPCIÓK ¹

1. VARIÁCIÓ:

TARTALÉK ÁRAMELLÁTÁS VARIÁCIÓ: „PV POINT”

- BEÉPÍTVE -

Az inverter PV Point bekötéséhez elegendő egy aljzat csatlakoztatása az inverter OP csatlakozójára. A PV Point megvalósítható akkumulátorral vagy anélkül is. További részletek a GEN24 használati útmutatójában.

2. VARIÁCIÓ:

TELJES TARTALÉK ÁRAMFORRÁS: „FULL BACKUP” ²

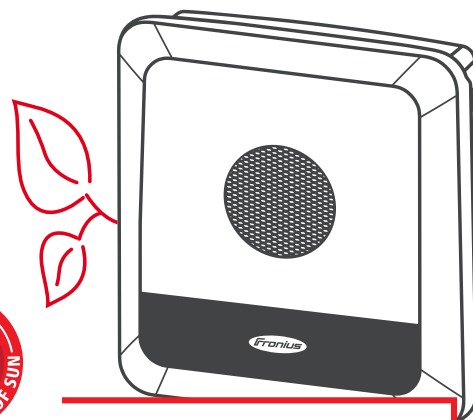
A teljes tartalék áramellátás beüzemeléséhez további hálózati átkapcsolókra vagy kiegészítő relékre van szükség. Az átváltás követelményei országonként különbözőek. A teljes backup funkcióhoz akkumulátor szükséges.

¹ egyidejűleg csak az egyik variáció kialakítható

² A vészáram funkció elérhető a Primo GEN24 Plus 3-6 kW-os illetve a Symo GEN24 Plus 6-10 kW-os teljesítményszintjében.

Vessen egy pillantást
referenciáinkra, hogy
hogyan valósítható meg az
akkumulátoros energiatárolás
a lehető legjobb módon:

REFERENCIA
WELS / AUSZTRIA



24

HOURS OF SUN

ENGEDÉLYEZETT

A GEN24 egy lépéssel közelebb
visz minket vízióunkhoz a
24 órás napsütéshez:

Az egész a fenntarthatóságról szól – a
termékeletciklus minden fázisán keresztül. A
következő tények is ezt igazolják:

- / Az inverterek élettartamának meghosszabbítása
az aktív hűtésnek köszönhetően
- / Az átfogó funkciók, és nyitott interfészek miatt
nincs szükség további komponensek beépítésére
- / Több mint 90%-ban újrahasznosított alumíniumot
használtunk fel a hűtőbordák kialakításához

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

HÁROM ÜZLETÁG, EGY SZENVEDÉLY: A MÉRTÉKADÓ TECHNOLOGIA.

Ami 1945-ben egy egyfős üzemként kezdődött, mára a hegesztéstechnika, a fotovoltaiikus berendezések, valamint az akkumulátortöltő rendszerek területén mértékadóvá vált. Jelenleg világszerte kerekén 5.660 munkatársunk tevékenykedik, és 1.321 termékfejlesztési szabadalom teszi egyértelművé az innovatív szellemet a vállalatnál. A fenntartható fejlődés számunkra azt jelenti, hogy a környezet szempontjából fontos és a szociális szempontokat a gazdasági tényezőkkel egyenjogúan valósítjuk meg. Ennek során soha nem változott a szándékunk: vezető szerepet akarunk betölteni az innováció területén.

Az összes Fronius termékről, valamint világszerte működő értékesítő partnereinkről és képviselőinkről bővebb tájékoztatást talál a következő honlapon: www.fronius.com

v11 June 2021 HU

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Fronius Hungary Kft.
Szolnoki út 23.
6000 Kecskemét
www.fronius.hu

12. SZÁMÚ MELLÉKLET

FRONIUS SYMO GEN24 PLUS

A sokoldalú hibrid inverter egyedi back-up teljesítménnyel



Integrált adatkom-
munikáció



Dynamic Peak
Manager



Multi Flow
Technology



SuperFlex
Design



Teljes tartalék
áramellátás¹⁾



PV Point



A Fronius Symo GEN24 Plus 3,0-tól 10,0 kW-ig terjedő teljesítmény osztályokkal az ideális hibrid inverter lakossági rendszerekhez. A háromfázisú készülék számos, alap kivitelben elérhető funkciójával minden ügyféligényt kielégít.

A GEN24 Plus számos funkciójával – pl. energiagazdálkodási funkciók, WLAN és Ethernet csatlakozás alap kivitelben, más gyártók komponenseinek legegyszerűbb integrálása – minden igényt kielégít. A tartalék áramellátás választékával (PV point, full back-up¹⁾) hálózatkimaradás esetén maximális ellátási biztonságról gondoskodik.

A FRONIUS SYMO GEN24 PLUS (3.0, 4.0, 5.0) MŰSZAKI ADATAI

BEMENETI ADATOK	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
MPP-trackerek darabszáma	2		
Max. bemeneti áram ($I_{dc\ max\ MPPT1 / MPPT2}$)	12,5 A / 12,5 A		
Modulmező max. rövidzárlati árama (MPPT1 / MPPT2)	18,75 A / 18,75 A		
Bemeneti DC feszültségtartomány ($U_{dc\ min} - U_{dc\ max}$)	80 V - 1.000 V		
Névleges bemeneti feszültség ($U_{dc,n}$)	610 V		
Induló betáplálási feszültség ($U_{dc\ start}$)	80 V		
Használható MPP feszültségtartomány	80 V - 800 V		
DC-csatlakozók darabszáma (MPPT1 / MPPT2)	2 / 1		
Max. használható DC teljesítmény (MPPT1 / MPPT2 / összesen)	3.150 / 3.150 / 3.150 W	4.180 / 4.180 / 4.180 W	5.200 / 5.200 / 5.200 W
Max. PV generátor-teljesítmény (MPPT1 / MPPT2 / összesen)	4,5 / 4,5 / 4,5 kW _{peak}	6,0 / 6,0 / 6,0 kW _{peak}	6,5 / 6,5 / 7,5 kW _{peak}
KIMENETI ADATOK	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
Névleges AC teljesítmény ($P_{ac,n}$)	3.000 W	4.000 W	5.000 W
Max. kimeneti teljesítmény	3.000 VA	4.000 VA	5.000 VA
Max. kimeneti AC-áram ($I_{ac\ max}$)	8 A		
Hálózati csatlakozás (feszültségtartomány)	3~NPE 400 V / 230 V vagy 3~NPE 380 V / 220 V (+ 20 % / - 30%)		
Frekvencia (frekvencia-tartomány)	50 Hz / 60 Hz (45 Hz – 66 Hz)		
THD (Teljes Harmonikus Torzítás)	< 3,5 %		
Teljesítménytényező ($\cos \phi_{ac,n}$)	0,7 - 1 ind. / cap.		
KIMENETI ADATOK PV POINT	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
PV Point névleges kimeneti teljesítmény	3.000 VA		
PV Point hálózati csatlakozása (feszültségtartomány)	1 ~ NPE 220 V / 230 V		
Átkapcsolási idő	< 90 másodperc		

¹⁾ A teljes tartalék áramforrás lehetőség elérhető a Symo GEN24 6.0 - 10.0 Plus készülékekhez. A teljes tartalék áramforrás működéséhez további külső komponensekre van szükség a hálózat leválasztásához. Erről további információkat a kezelési útmutatóban talál.

A FRONIUS SYMO GEN24 PLUS (3.0, 4.0, 5.0) MŰSZAKI ADATAI

AKKUMULÁTOR CSATLAKOZÁS	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
DC bemenetek száma	1		
Max. bemeneti áram ($I_{dc\ max}$)	12,5 A		
Bemeneti DC feszültségtartomány ($U_{dc\ min} - U_{dc\ max}$)	160 V - 500 V		
Max. bemeneti / kimeneti teljesítmény ²⁾	3.150 W	4.180 W	5.200 W
Max. AC töltési teljesítmény	3.000 W	4.000 W	5.000 W

ÁLTALÁNOS ADATOK	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
Méretek (magasság x szélesség x mélység)	530 x 474 x 165 mm		
Súly (inverter / csomagolással)	15,6 / 19,4		
IP védettség	IP 66		
Érintésvédelmi osztály	1		
Éjszakai fogyasztás	< 10 W		
Túlfeszültség-kategória (DC/AC) ³⁾	2 / 3		
Inverter koncepció	Transzformátor nélkül		
Hűtés	Szabályozott légűtés		
Felszerelés	Beltéri és kültéri felszerelés		
Környezeti hőmérséklet-tartomány	- 25 - +60 °C		
Megengedett páratartalom	0 - 100 %		
Zaj kibocsátás	< 36 dB (A)		
Max. tengerszint feletti magasság	3.000 m / 4.000 m (korlátozás nélküli / korlátozott feszültségtartomány)		
DC PV csatlakozás-technológia	3x DC+ és 3x DC- push-in húzórugós kapocs 2,5 – 10 mm ²		
DC akkumulátor csatlakozás technológia	1x BATT+ és 1x BATT- push-in húzórugós kapocs 2,5 – 10 mm ²		
AC csatlakozás technológia	5 pólusú AC push-in csavaros kapcsok 1,5 - 10 mm ² 3 pólusú vészhelyzeti áramellátás push-in csavaros kapcsok 1,5mm ² - 10mm ² 5x PE csavaros kapocs 2,5 - 16 mm ²		
Tanúsítványok és megfelelés a szabványoknak	IEC 62109, IEC 62116, IEC 61727, IEC 62909, VDE 0126, VDE AR-N4105, AS/NZS 4777.2, EN 50549, CEI 0-21, G 98, R25 ⁴⁾		
Szükségáram funkciók	PV Point		
Kompatibilis akkumulátorok	BYD Battery-Box Premium HVS/HVM ⁵⁾		

HATÁSFOK	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
Max. hatásfok	98,1 %	98,2 %	98,2 %
Európai hatásfok (η _{EU})	96,7 %	97,2 %	97,5 %
MPP illesztési hatásfok	> 99,9 %		

VÉDELMI BERENDEZÉSEK	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
DC szigetelés mérés	Igen		
Viselkedés túlterheléskor	Munkaponteltolás, teljesítmény-korlátozás		
DC leválasztó kapcsoló	Igen		
Pólusfelcserélés elleni védelem	Igen		

INTERFÉSZEK	SYMO GEN24 3.0 PLUS	SYMO GEN24 4.0 PLUS	SYMO GEN24 5.0 PLUS
WLAN / 2x Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)		
6 digitális be-/kimenet + 6 digitális bemenet	Csatlakozás körvezérlő vevőkhöz, energiagazdálkodáshoz		
USB 2.0 (A típusú aljzat)	1 A-es ellátás		
Vézhírcsatlakozás (WSD)	Igen		
Adatnaplózó és webszerver	Beépítve		
2x RS485	Modbus RTU SunSpec (más gyártók eszközei) / Fronius Smart Meter, akkumulátor, Ohmpilot		

²⁾ A csatlakoztatott akkumulátortól függ

³⁾ Az IEC 62109-1 szerint. Opcionális utólag beépíthető túlfeszültség-védelmi készülék 1 + 2 típusú DC SPD 2 MPP nyomkövetőhöz a következő cikkszám alatt kapható: 4 240 313, CK

⁴⁾ Aktuális specifikációkért látogasson el a www.fronius.com weboldalra.

⁵⁾ Kivétel HVS 12.8 és HVM 8.3

Az inverternek az Ön országában történő beszerzésére vonatkozó közelebbi adatokat a www.fronius.com címen találhatja meg.

A FRONIUS SYMO GEN24 PLUS (6.0, 8.0,10.0) MŰSZAKI ADATAI

BEMENETI ADATOK	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
MPP-trackerek darabszáma	2		
Max. bemeneti áram ($I_{dc \max}$ MPPT1 / MPPT2)	25 A / 12,5 A		
Modulmező max. rövidzárlati árama (MPPT1 / MPPT2)	37,5 A / 18,75 A		
Bemeneti DC feszültségtartomány ($U_{dc \min} - U_{dc \max}$)	80 V - 1.000 V		
Névleges bemeneti feszültség ($U_{dc, n}$)	610 V		
Induló betáplálási feszültség ($U_{dc \text{ start}}$)	80 V		
Használható MPP feszültségtartomány	80 V - 800 V		
DC-csatlakozók darabszáma (MPPT1 / MPPT2)	2 / 1		
Max. használható DC teljesítmény (MPPT1 / MPPT2 / összesen)	6.220 / 6.000 / 6.220 W	8.260 / 6.000 / 8.260 W	10.300 / 6.000 / 10.300 W
Max. PV generátor-teljesítmény (MPPT1 / MPPT2 / összesen)	7,5 / 6,5 / 9,0 kW _{peak}	10,0 / 7,0 / 12,0 kW _{peak}	12,5 / 7,5 / 15,0 kW _{peak}

KIMENETI ADATOK	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
Névleges AC teljesítmény ($P_{ac, n}$)	6.000 W	8.000 W	10.000 W
Max. kimeneti teljesítmény	6.000 VA	8.000 VA	10.000 VA
Max. kimeneti AC-áram ($I_{ac \max}$)	16,4 A		
Hálózati csatlakozás (feszültségtartomány)	3~NPE 400 V / 230 V vagy 3~NPE 380 V / 220 V (+ 20 % / - 30%)		
Frekvencia (frekvencia-tartomány)	50 Hz / 60 Hz (45 Hz – 66 Hz)		
THD (Teljes Harmonikus Torzítás)	< 3,5 %		
Teljesítménytényező ($\cos \varphi_{ac, n}$)	0,7 - 1 ind. / cap.		
Teljes tartalékáram ellátás	3~NPE 400 V / 230 V		

KIMENETI ADATOK PV POINT	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
PV Point névleges kimeneti teljesítmény	3.000 VA	3.000 VA	3.000 VA
PV Point hálózati csatlakozása (feszültségtartomány)	1 ~ NPE 220 V / 230 V		
Átkapcsolási idő	< 90 másodperc		

KIMENETI PARAMÉTEREK FULL BACK-UP ÜZEMMÓDBAN ¹	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
Névleges kimeneti teljesítmény – Full Back-up	6.000 VA	8.000 VA	10.000 VA
Névleges fázisonkénti teljesítmény – Full Back-up	3,68 kVA		
Teljes tartalék áramforrás hálózati csatlakozása (feszültségtartomány)	3~NPE 400V/230V vagy 3~NPE 380V/220V		
Átkapcsolási idő	< 90 másodperc		

¹⁾ A teljes tartalék áramforrás lehetőség elérhető a **Symo GEN24 6.0 - 10.0 Plus** készülékekhez. A teljes tartalék áramforrás működéséhez további külső komponensekre van szükség a hálózat leválasztásához. Erről további információkat a kezelési útmutatóban talál.

A FRONIUS SYMO GEN24 PLUS (6.0, 8.0,10.0) MŰSZAKI ADATAI

AKKUMULÁTOR CSATLAKOZÁS	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
DC bemenetek száma	1		
Max. bemeneti áram (Idc max)	22 A		
Bemeneti DC feszültségtartomány (Udc min - Udc max)	160 V - 500 V		
Max. bemeneti / kimeneti teljesítmény ²⁾	6.220 W	8.260 W	10.300 W
Max. AC töltési teljesítmény	6.000 W	8.000 W	10.000 W

ÁLTALÁNOS ADATOK	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
Méreték (magasság x szélesség x mélység)	595 x 529 x 180 mm		
Súly (inverter / csomagolással)	23,4 / 28,5 kg		
IP védettség	IP 66		
Érintésvédelmi osztály	1		
Éjszakai fogyasztás	< 10 W		
Túlfeszültség-kategória (DC/AC) ³⁾	2 / 3		
Inverter koncepció	Transzformátor nélküli		
Hűtés	Szabályozott légűtés		
Felszerelés	Beltéri és kültéri felszerelés		
Környezeti hőmérséklet-tartomány	- 25 - +60 °C		
Megengedett páratartalom	0 - 100 %		
Zaj kibocsátás	< 47 dB (A)		
Max. tengerszint feletti magasság	3.000 m / 4.000 m (korlátozás nélküli / korlátozott feszültségtartomány)		
DC PV csatlakozás-technológia	3x DC+ és 3x DC- push-in húzórugós kapocs 2,5 - 10 mm ²		
DC akkumulátor csatlakozás technológia	1x BATT+ és 1x BATT- push-in húzórugós kapocs 2,5 - 10 mm ²		
AC csatlakozás technológia	5 pólusú AC push-in csavaros kapcsok 1,5 - 10 mm ² 3 pólusú vészhelyzeti áramellátás push-in csavaros kapcsok 1,5mm ² - 10mm ² 5x PE csavaros kapocs 2,5 – 16 mm ²		
Tanúsítványok és megfelelés a szabványoknak	IEC 62109, IEC 62116, IEC 61727, IEC 62909, VDE 0126, VDE AR-N4105, AS/NZS 4777.2, EN 50549, CEI 0-21, G 98, R25 ⁴⁾		
Szükségáram funkciók	PV Point vagy tartalék áramforrás		
Kompatibilis akkumulátorok	BYD Battery-Box Premium HVS/HVM ⁵⁾		

HATÁSFOK	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
Max. hatásfok	98,2 %		
Európai hatásfok (ηEU)	97,7 %	97,8 %	97,9 %
MPP illesztési hatásfok	> 99,9 %		

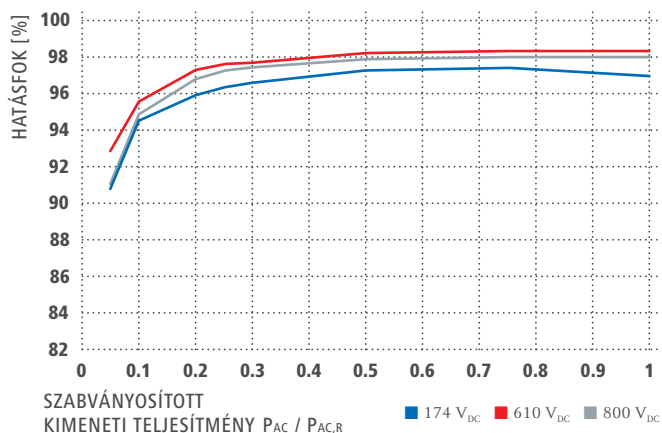
VÉDELMI BERENDEZÉSEK	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
DC szigetelés mérés	Igen		
Viselkedés túlterheléskor	Munkaponteltolás, teljesítmény-korlátozás		
DC leválasztó kapcsoló	Igen		
Pólusfelcserélés elleni védelem	Igen		

INTERFÉSZEK	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
WLAN / 2x Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)		
6 digitális be-/kimenet + 6 digitális bemenet	Csatlakozás körvezérlő vevőkhöz, energiagazdálkodáshoz		
USB 2.0 (A típusú aljzat)	1 A-es ellátás		
Vészkapcsolás (WSD)	Igen		
Adatnaplózó és webszerver	Beépítve		
2x RS485	Modbus RTU SunSpec (más gyártók eszközei) / Fronius Smart Meter, akkumulátor, Ohmpilot		

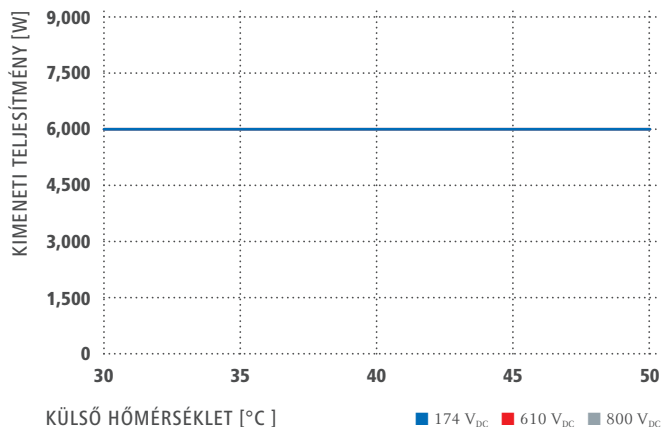
²⁾ A csatlakoztatott akkumulátortól függ
³⁾ Az IEC 62109-1 szerint. Opcionális utólag beépíthető túlfeszültség-védelmi készülék 1 + 2 típusú DC SPD 2 MPP nyomkövetőhöz a következő cikkszám alatt kapható: 4 240 313, CK
⁴⁾ Aktuális specifikációkért látogasson el a www.fronius.com weboldalra.
⁵⁾ Kivétel HVS 12.8 és HVM 8.3

Az inverternek az Ön országában történő beszerzésére vonatkozó közelebbi adatokat a www.fronius.com címen találhatja meg.

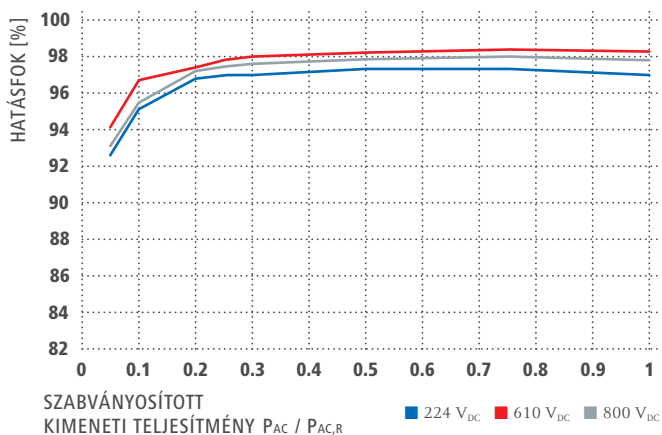
HATÁSFOK-JELLEGGÖRBÉJE FRONIUS SYMO GEN24 PLUS 6.0



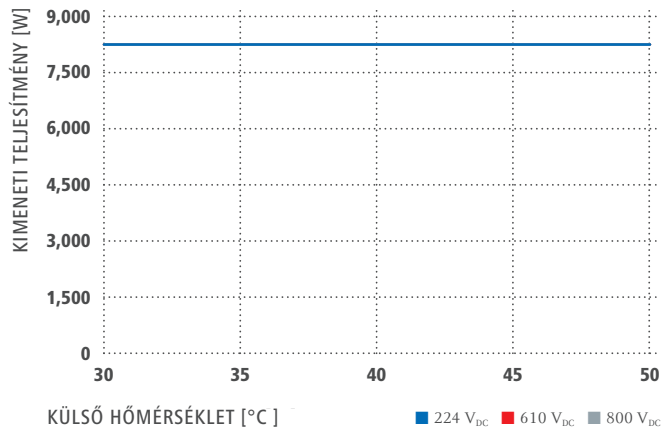
HŐMÉRSÉKLET SZERINTI LESZABÁLYOZÁS FRONIUS SYMO GEN24 PLUS 6.0



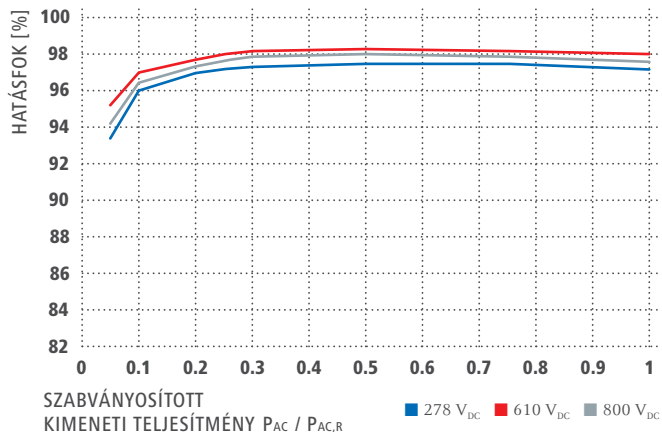
HATÁSFOK-JELLEGGÖRBÉJE FRONIUS SYMO GEN24 PLUS 8.0



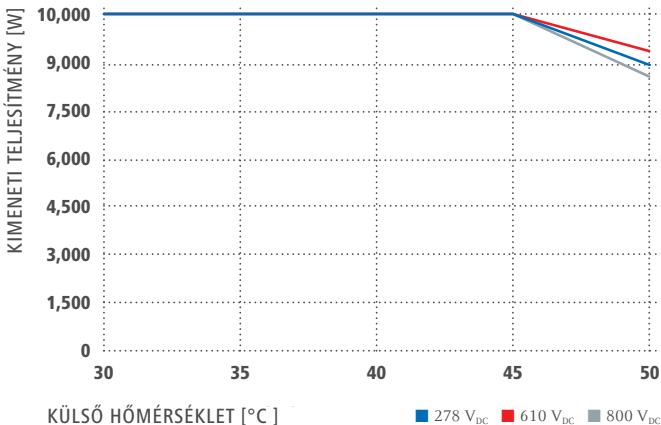
HŐMÉRSÉKLET SZERINTI LESZABÁLYOZÁS FRONIUS SYMO GEN24 PLUS 8.0



HATÁSFOK-JELLEGGÖRBÉJE FRONIUS SYMO GEN24 PLUS 10.0



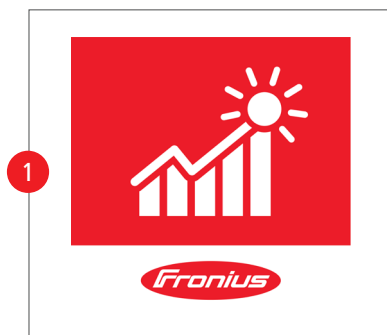
HŐMÉRSÉKLET SZERINTI LESZABÁLYOZÁS FRONIUS SYMO GEN24 PLUS 10.0



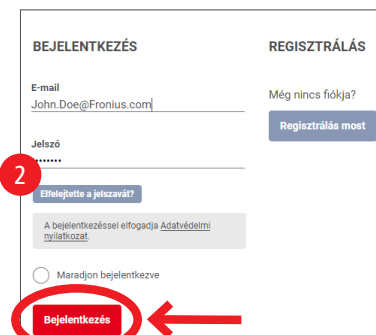
TERMÉKREGISZTRÁCIÓ FOLYAMAT

A garancia érvényesítéséhez az invertert regisztrálni szükséges. Kérjük kövesse a következő lépéseket a regisztrációhoz.

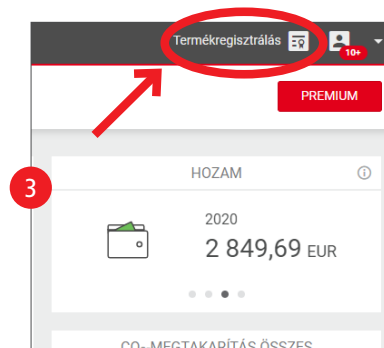
Fontos! A regisztrációt követően az invertert fél évente az aktuálisan elérhető legújabb frissítéssel kell ellátni a garanciális feltételek teljesüléséhez. Online lévő rendszereknél ez pár klikkeléssel vagy automatikusan is biztosítható.



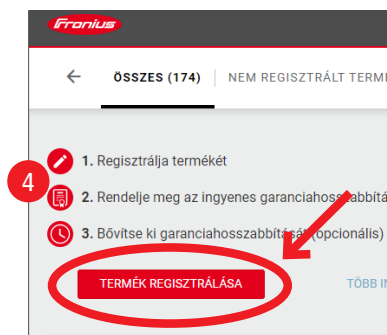
Keresse fel a www.Solarweb.com honlapunkat



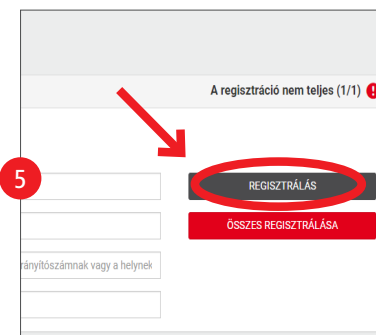
Jelentkezzen be a Solar.web fiókjába



Kattintson a „Termékrejestrálás” gombra a jobb felső sarokban



Javasolt, hogy a rendszer online legyen és ekkor az inverter sorozatszáma és típusa is megjelenik. Ellenkező esetben kattintson a „Termék Regisztrálása” gombra.



Töltse ki a szükséges mezőket és kattintson a „Regisztrálás” gombra



Az Ön GEN24 Plus invertere regisztrálva van. Most közvetlenül folytathatja a garancia kiterjesztését webáruházunkban a „Garancia-hosszabbítás” gombra kattintva

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

HÁROM ÜZLETÁG, EGY SZENVEDÉLY: A MÉRTÉKADÓ TECHNOLÓGIA.

Ami 1945-ben egy egyfős üzemként kezdődött, mára a hegesztéstechnika, a fotovoltaikus berendezések, valamint az akkumulátortöltő rendszerek területén mértékadóvá vált. Jelenleg világszerte kerekben 5.660 munkatársunk tevékenykedik, és 1.321 termékfejlesztési szabadalom teszi egyértelművé az innovatív szellemet a vállalatnál. A fenntartható fejlődés számunkra azt jelenti, hogy a környezet szempontjából fontos és a szociális szempontokat a gazdasági tényezőkkel egyenrangúan valósítjuk meg. Ennek során soha nem változott a szándékunk: vezető szerepet akarunk betölteni az innováció területén.

Az összes Fronius termékről, valamint világszerte működő értékesítő partnereinkről és képviselőinkről bővebb tájékoztatást talál a következő honlapon: www.fronius.com

v11 June 2021 HU

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Fronius Hungary Kft.
Szolnoki út 23.
6000 Kecskemét
www.fronius.hu