ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve: Deák Csaba Mihály

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T008009/FI12904/K

ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Deák Csaba Mihály
Szakdolgozat száma: SZD21090213458016
Törzskönyvi száma: T008009/FI12904/K **Neptun kódja:** [redacted]

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)
Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Háztartási méretű napelemes rendszer tervezése
A dolgozat címe angolul: Design and Permitting of a Domestic PV System
A feladat részletezése: 1. Szakirodalomi kutatás (folyóiratcikkek, termékkatalógusok, jogszabályok): Általános
bevezető, Trendek és elemzések, naperőművek okozta rendszerszintű kihívások és a napelemes technológia fejlődése, Fotovoltaikus rendszerek berendezései (napelemek, inverterek, tartószerkezetek, vezetékek).
2. HMKE engedélyeztetési folyamatok részletes bemutatása.
3. Rendszerbe illeszthető berendezések, elemek kiválasztása, méretezése és tervezés, valamint
hozamszámítás.
4. Tervek készítése és összefoglalás.

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: -
Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 01. P.H .....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens

ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Budapest, 2021. december 8.

.....

hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani Sári Zsófiának, aki ipari konzulensemként, kollégámként támogatta a dolgozat elkészületét hasznos tanácsaival és segítőkészségével.

Köszönettel tartozom Dr. Holcsik Péternek, hogy belső konzulensként rengeteg elfoglaltsága ellenére is tüzetesen átnézte a munkámat és rámutatott a javítandó hibákra.

TARTALOMJEGYZÉK

1 Bevezetés 4
1.1 Általános ismertető 5
1.2 A Nap és a napenergia 6
2 Hazai- és világtrendek 8
2.1 Világtrendek 8
2.2 Hazai trendek és rendszerszintű kihívások 9
3 A napelemes technológia alapjai és fejlődése 12
3.1 A fotovillamos hatás 12
3.2 Napelem cella típusok 14
3.3 A napelemes rendszerekben leggyakrabban használt technológiák 14
3.3.1 Monokristályos szilícium (c-Si) cella 15
3.3.2 Polikristályos szilícium (mc-Si) cella 15
3.3.3 Vékonyfilmes szilícium (a-Si) cella 16
3.3.4 Összefoglaló rész 17
3.4 A napelemcellák hatásfokának fejlődése 18
3.5 A napelem panelek teljesítményének fejlődése 19
3.6 Feltörekvő technológiai megoldások 20
3.7 Napelemek ára 20
4 Fotovoltaikus rendszerek és berendezéseik 22
4.1 A fotovoltaikus rendszer legfontosabb berendezései 22
4.2 Napelem panel 22
4.3 Az inverter 23
4.3.1 Munkapont-kezelés (MPPT) 24
4.4 Tartószerkezet 25
4.5 Egyenáramú (DC) kábel 25
5 Napelemes rendszerek kapcsolása 27

5.1 Szigetüzemű napelemes rendszer egyszerűsített váza 27
5.2 Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer egyszerűsített váza 28
6 HMKE rendszerek ügyintézése és engedélyeztetése 29
6.1 Igénybejelentés 30
6.2 Műszaki-gazdasági tájékoztató 31
6.3 Hálózati csatlakozási dokumentáció készítése, tervek benyújtása 31
6.4 Rendszer szerelés / Kivitelezés 33
6.5 Készre jelentés 33
6.6 Mérőóra csere és üzembehelyezés 34
7 Tervezési feladat 35
7.1 Objektum bemutatása és a rendszer igényének felmerülése 35
7.2 A rendszer méretének meghatározása 36
7.3 Berendezések kiválasztása és méretezése 38
7.3.1 Napelem kiválasztása 38
7.3.2 Inverter kiválasztása 40
7.3.3 DC oldali túlméretezés 41
7.4 Sztringméretezés 44
7.4.1 Sztring villamos jellemzőinek vizsgálata 46
7.5 Védelmi készülékek kiválasztása 47
7.5.1 DC oldali védelmek kiválasztása 47
7.5.2 AC oldali védelmek kiválasztása 48
7.6 Vezetékek méretezése 50
7.6.1 Egyenáramú (DC) vezeték méretezése 50
7.6.2 Váltakozó áramú (AC) vezetékek méretezése 51
7.7 Tartószerkezet kiválasztása 53
7.8 Villámvédelem 54
7.9 Hozamszámítás 55

7.10 A beruházás megtérülése 56
8 Összefoglalás 58
9 Summary 59
10 Irodalomjegyzék 60
11 Ábrajegyzék 65
12 Táblázatok jegyzéke 67
13 Mellékletek jegyzéke 68

1 BEVEZETÉS

Napjainkban a megújuló energia térnyerése rendkívüli mértékben felgyorsult. A nemzetközi- és hazai klímacélok, valamint a technológiai fejlődés közösen indukálják az egyre szélesebb körű alkalmazást. Ezáltal egyre több háztartásban jelenik meg háztartási méretű napelemes kiserőmű a villamosenergia hálózatról történő fogyasztás csökkentésének érdekében.

Célom a szakdolgozatomon keresztül részletesen bemutatni a háztartási méretű napelemes kiserőművek tervezési és engedélyeztetési folyamatait.

Dolgozatom apropóját az adta, hogy saját háztartásunkban is terveztük napelemes rendszer és elektromos autó töltő megvalósítását. Szakmai gyakorlatom során volt szerencsém saját telepítendő rendszerünk tervezésében, engedélyeztetésében és kivitelezésében részt venni, és ezen esettanulmányon keresztül mélyebben megérteni a napelemes rendszerek működését.

Jelen dolgozatban rövid bevezető után áttekintem a napenergia mibenlétét, felhasználásának nemzetközi és hazai tendenciáit. Ezek után áttérek a napelemes technológia alapját képező fotovoltaikus effektus működésére. Bepillantást nyújtok a napelem cellák sokféleségébe, technológiai fejlődésébe, és kicsit többet elidőzöm a jelenleg kereskedelmi forgalomban gyakran használt napelem típusoknál. Ezt követően ismertetem a háztartási méretű napelemes rendszerek (HMKE) felépítését és rendszerelemeinek főbb kiválasztási szempontjait, lezárva ezzel az irodalmi áttekintést.

Ezután a HMKE rendszerek engedélyeztetésének folyamatát, majd pedig a tervezés lépéseit, a szükséges beépített teljesítmény igény felmérésétől egészen a kiviteli terv elkészítéséig. A rendszer egyes részeinek méretezését és készülék kiválasztásait, valamint az elrendezési- és egyvonalas rajzot is bemutatom. Mindezeket számos melléklettel illusztrálom saját gyakorlati példámon keresztül.

1.1 Általános ismertető

A környezetszennyezés és a klímaváltozás a XXI. század legkényesebb problémái közé tartoznak. A környezetterhelés egyik fő okozója az energiaellátás. Az energiaellátás környezetre gyakorolt hatásának egyik legnagyobb hátulütője a természeti erőforrások kiszipolyozása. Másik negatívuma, hogy az energiaellátás során keletkező különböző halmazállapotú szennyezőanyagok a környezetbe (talajba, levegőbe, vizekbe) kerülnek vissza, veszélyeztetve azt és sokszor vissza nem fordítható folyamatokat indikálva. A megújuló energiaforrások tömeges alkalmazása lényegesen képes csökkenteni üvegházhatást okozó gázok (CO_2) kibocsájtásának mértékét, valamint a környezetszennyezést és ezzel egyidejűleg új munkahelyeket is teremt. Hozzájárul a gazdasági növekedéshez az ipar fejlődésén keresztül, növeli az ellátásbiztonságot és a versenyképességet. A megújuló, tiszta, zöld energia környezetbarát megoldás a fűtés, hűtés, melegvíz előállítás, valamint villamosenergia termelés tekintetében. [1]

A globális felmelegedéshez az óriási mennyiségű energiatermelés és -felhasználás karöltve járul hozzá. A szakadatlan technikai és civilizációs fejlődés mellett összefüggésbe hozható a népességrobbanással is. Napjainkban 7.8 milliárdan élünk a Földön, ami több, mint két és félszerese az 1960-as évekbeli populációnak, amikor a bolygónk népessége „csupán” 3 milliárd volt. [2]

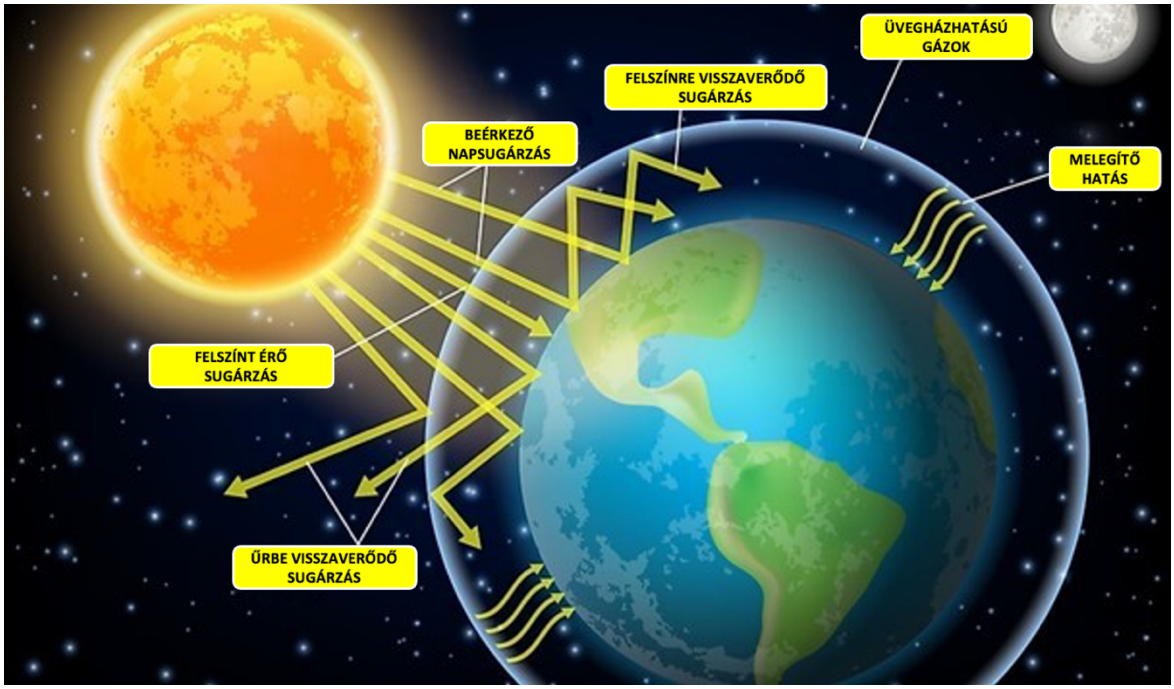
Energiafogyasztásunk növekedésével párhuzamban egyre nagyobb mértékben függünk a fosszilis energiahordozóktól (kőolaj, földgáz, szén), melyek felhasználása nagy mennyiségű káros anyag kibocsátásával jár. Ráadásul ezek nem megújuló energiaforrások, azaz a Föld tartalékai végesek. Sajnos elmondható, hogy nem csak az Európai Unió, de az egész világ jelentős része is jelenleg ~80%-ban ezekből az energiaforrásokból fedezi energiaszükségletét. Ahhoz, hogy az előírt Európai Uniós célkitűzéseket megvalósítsuk, valamint megfékezzük az éghajlatváltozást és a globális felmelegedést, gyökeresen át kell alakítanunk energiafogyasztást és -termelést. Ebben a folyamatban az egész világnak tevékeny részt kell vállalnia, hiszen a jelenlegi tendencia hosszú távon tarthatatlan, ahogyan ezt már a tudományos közösség számos tagja is megerősítette. [3]

1.2 A Nap és a napenergia

A Nap, mint emberiség és a föld teljes élővilágának létrejöttét és fennmaradását biztosító égitest, a zöldenergia termelési folyamatban jelentős szerepet játszik. A Nap teljes mértékben gáznemű, alapvetően egy plazma állapotban lévő hidrogénből álló gázóriás, melynek belsejében magfúzió, másnéven termonukleáris hőtermelés zajlik, melynek során a hidrogén atomok hélium atomokká alakulnak. A lezajló kémiai és fizikai folyamatok hatására felszabaduló, majd a világűrbe szétsugárzott energia nélkülözhetetlen a legtöbb földi élőlény számára. [4]

A központi csillag fénye a növények fotoszintézisét, hője pedig az élővilág számára legalkalmasabb földi hőmérsékletet és körülményeket garantálja. A fényes égitest külső felszíne a fotoszféra, ami a fényt az űrbe kibocsájtja. A fotoszféra hőmérséklete megközelítőleg 6000 K, ami körülbelül 5,785 Celsius-fokot jelent. A Napból másodpercenként kisugárzott energia totális mennyiségét a Nap sugárzási teljesítményének nevezzük és mértéke $3{,}86 \cdot 10^{26}$ W. A földfelszínt érő tényleges sugárzási energia átlagosan 1000 W/m^2, amelyet nagyban befolyásolnak a légköri viszonyok, felhők jelenléte és visszaverődésnek és a besugárzott felület albedója. Energiájának mennyisége egy óra alatt több, mint amekkora az emberiség teljes éves energiafelhasználása. A földi életet biztosító gázgömb, bár már körülbelül 4-5 milliárd éves, az asztrofizikusok még ugyanennyi időt jósolnak neki, mielőtt elkezd kifogyni üzemanyagából. [5]

Amikor ez megtörténik, a hidrogén mennyiség visszaesésének következményeképpen a belső nyomása lecsökken, majd gravitációs hatása miatt elkezd összesűrűsödni. Ezt követően a feltevések szerint beindulhat egy másodlagos fúzió, ami felfújhatja majd a csillagot (ezzel a felfújódással a felszíni hőmérséklete lecsökken) és ezáltal átmehet vörös óriás állapotba. A folyamat leforgását követően viszont az égitest összeomlása várható, mivel ekkorra már az összes üzemanyagát eltüzelte. Leáll a fúzió és a gáznyomás is megszűnik, ezzel bekerül a fehér törpék közé. Lényegében a kimeríthetetlen jelzőt a Nap sugárzására és energiájára azért alkalmazzuk, mivel a fúziós energiatermelése hatására készlete már legalább 4 milliárd éve biztosított és további néhány milliárd évig biztosítva lesz. [6]



1. ábra A Nap és a Föld sugárzási viszonya *(A szerző saját szerkesztése, [7] alapján)*

2 HAZAI- ÉS VILÁGTRENDEK

2.1 Világtrendek

Az utóbbi években nagyléptékben fejlődő napelemes technológiát világszerte nagy érdeklődés övezi. Elsőként vizsgáljuk meg, hogy a nagyvilágban milyen gigantikus méretű fotovoltaikus rendszerek üzemelnek a napenergia hasznosításának érdekében.

Az Egyesült Államoktól Kínán át Ausztráliáig mindenütt azonos növekedési tendencia tapasztalható a napelemes iparágban. Kínában több gigantikus méretű napelem park is üzemel. Az ott található tengger-sivatagi naperőmű 1547 MW-os teljesítményével az ázsiai nagyhatalom egyik legnagyobb szolár parkja. Kínában található még a Kurnool Ultra Mega napelem park (1 GW), valamint a Datong Erőmű is a maga 1 GW beépített kapacitásával (további 2 GW-os bővítése jelenleg tervben van). [8]

Számos új kihívó érkezhet, ugyanis az Amerikai Egyesült Államok is belépett ebbe a versenybe. Kaliforniában telepíti a Westlands Solar Park-ot, melynek tervezett kapacitása 2.7 GW. [8]

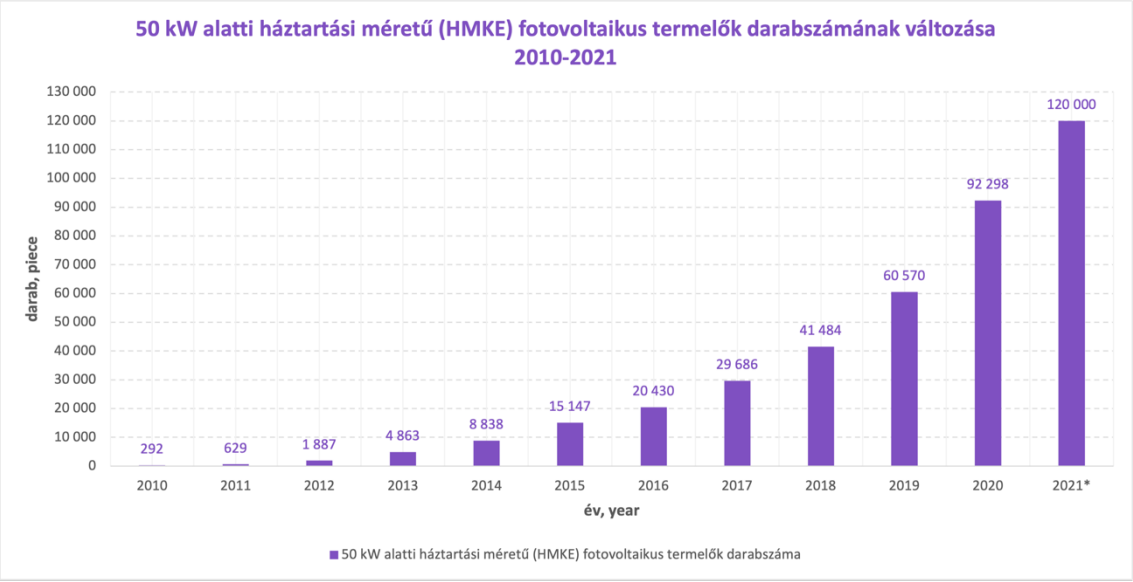
Nem hagyhatjuk ki az Egyesült Arab Emírségeket sem, a tervek szerint Mohammed bin Rashid Al Maktoum szolárparkjuk 2030-ra elkészül. Ez az erőmű a maga 5 GW kapacitásával a Föld legnagyobb naperőművévé válhat, azonban a mostani globális növekedés mellett valószínűleg nem sokáig őrizheti meg ezt a címet. [8]

Sosem látott ütemben épülnek a fejlettebbnél fejlettebb technológiákra alapozott naperőművek. A 2020-as évben 107 gigawattot telepítettek világszerte, 2021-ben pedig további nagy méretű növekedés várható (kb. 140GW). Az utóbbi években telepített új villamosenergia termelő kapacitások 90%-a alternatív energiához kötődik, melyek több, mint felét fotovoltaikus rendszerek képezik. Ebben az ütemben 2025-re a megújuló áramtermelés a szenet megelőzve elsődleges forrássá válhat. Egyes szcenáriók szerint 2030-ra a világ teljes áramigényének közel 40 %-át fedezhetik majd alternatív energiával. [9]

2.2 Hazai trendek és rendszerszintű kihívások

Összhangban a világban zajló folyamatokkal, mind az Európai Unió, mind Magyarország jelentős szerepet szán a napenergiának a közeljövőben. „A magyar energiastratégia alapja, hogy a hazai villamosenergia-termelés 2030-ra az atomenergiára és megújuló energiatermelésre - elsősorban naperőművekre - alapozva 90 százalékban széndioxid-mentes legyen. A megújulók területén hazánkban gyors ütemű fejlődés látható, hiszen az összes napelem-kapacitás mára elérte a 2000 MW-ot, és szinte az egész országban folyamatosan épülnek az új naperőművek.” [10]

Amellett, hogy az ipari méretű naperőművek beépített teljesítménye folyamatosan növekszik, a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) terjedése az utóbbi 2-3 évben jócskán felgyorsult, ahogyan azt az alábbi, a Magyar Energetikai és Kőzműszabályozási Hivatal adataiból készült grafikon is szemlélteti:

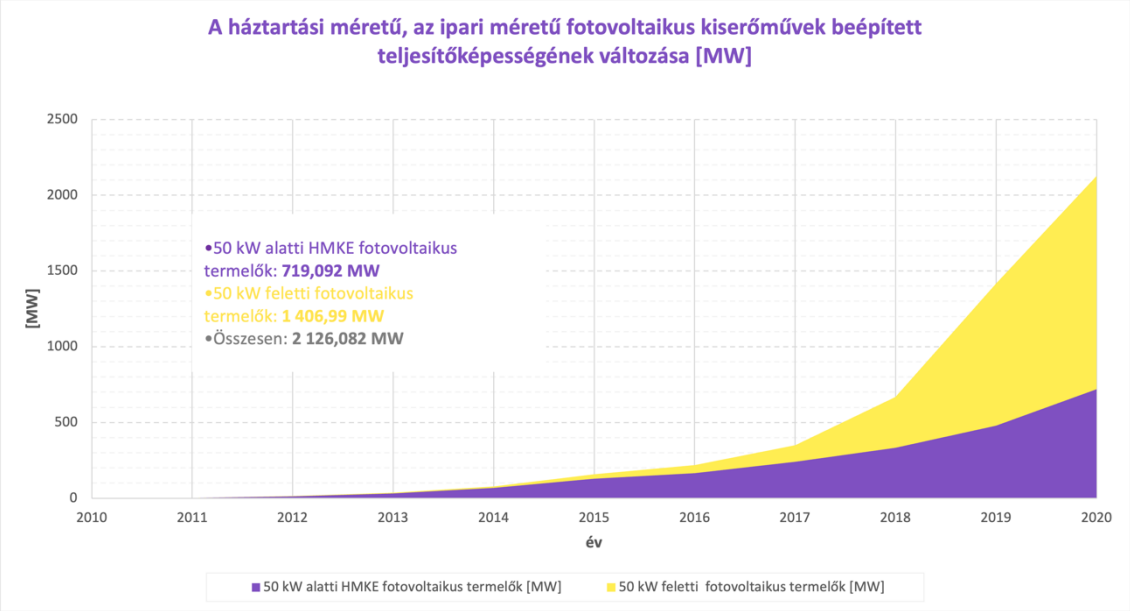


2. ábra Háztartási méretű kiserőművek darabszámának változása *(A szerző saját szerkesztése, [11] alapján)*

Magyarországon felismerhető lett a háztartási méretű napelemes rendszerek darabszámának növekedése mellet egy átlagos rendszerméret növekedés is, a háztartási méretű kiserőműveket leginkább természetes személyek telepítik, az átlagos rendszerméret a MEKH 2021 H1 adatai szerint ~ 8 kW. Ennek oka a sok család számára

elérhető támogatások mellett a technológia folytonos fejlődése, valamint a PV rendszerek többrétű kihasználása. A többrétű kihasználás alatt elsősorban az elektromos autók elterjedésével növekvő otthoni töltési igényt, valamint az elektromos fűtés- és melegvíz előállító rendszerek üzembe helyezését értem. [12]

Az alábbi grafikon szemléletesen ábrázolja a hazai fotovoltaikus iparág fellendülését az utóbbi években:



3. ábra Hazai beépített naperőművi kapacitás alakulása *(A szerző saját szerkesztése, [11] alapján)*

A 2019-es évhez képest 2020-as év végére 240 MW-al bővült a háztartási méretű és 471 MW-al az ipari méretű napelemes kiserőművek beépített összteljesítménye.

Azáltal, hogy az Magyarország elérte a fotovoltaikus termelés során a 2,1 GW-ot 2020 végére, teljesítette a Nemzeti Energia- és Klímatervben (NEKT) és Nemzeti Energiastratégiában 2030-ra kitűzött 6,5 gigawattos cél 32% -át. A Nemzeti Energiastratégia távolabbi kitekintésében 2040-re 12 GW-ra való kapacitás bővítést fogalmaz meg. Számos előrejelzés alapján a jelenlegi ütemmel 2024 év végére a hazai kumulatív naperőmű kapacitás elérheti a 4,4 GW-ot. [13]

A magyar villamosenergia-rendszer úgy lett elődeink által kitalálva, hogy a nagy, centralizált erőművektől áramoljon az energia a decentralizált fogyasztók irányába.

Manapság a hazai rendszer összetételéből és alkalmazásából adódóan az infrastruktúra kétirányú hálózatot követel. Ugyan a csatlakozási igények a megújuló termelés és ipari fogyasztók gyarapodása miatt nagymértékben növekednek, a hálózati infrastruktúra csatlakozási lehetőségei korlátosak. A naperőművek részaránya egyoldalúan nő, de időjárás-függőségükből adódóan termelésük volatilis, így előre nehezen behatárolható. A megújuló erőművek nem járulnak hozzá a villamosenergia-rendszer rugalmasságához és ezzel egyidejűleg növelik a szabályozásra vonatkozó igényeket. Ez a közeljövőben megoldandó, igen komplex problémákhoz vezet, mely részben a naperőműves termelés szabályozásba való bevonásával jár. [14]

3 A NAPELEMES TECHNOLÓGIA ALAPJAI ÉS FEJLŐDÉSE

3.1 A fotovillamos hatás

A fotovoltaikus hatást Alexandre Edmond Becquerel francia fizikus demonstrálta először sikeresen 1839-ben.

A napelemcellák alkotóeleme valamilyen félvezető, általában szilícium. A technológia működési alapelve az úgynevezett fotovoltaikus jelenség, amely során egy foton a félvezető kristállyal ütközve, annak egy vegyértékelektronját a vegyékértéksávból a vezetési sávba gerjeszti. Ezáltal keletkezik egy gerjesztett elektron, valamint egy pozitív töltésű „lyuk" az elektron eredeti helyén. A gerjesztési folyamat feltétele, hogy a foton energiája érje el azt a bizonyos energiaszintet, amely a félvezető vegyértékelektronját a tiltott sáv energiaszintje fölé gerjeszti. [15]

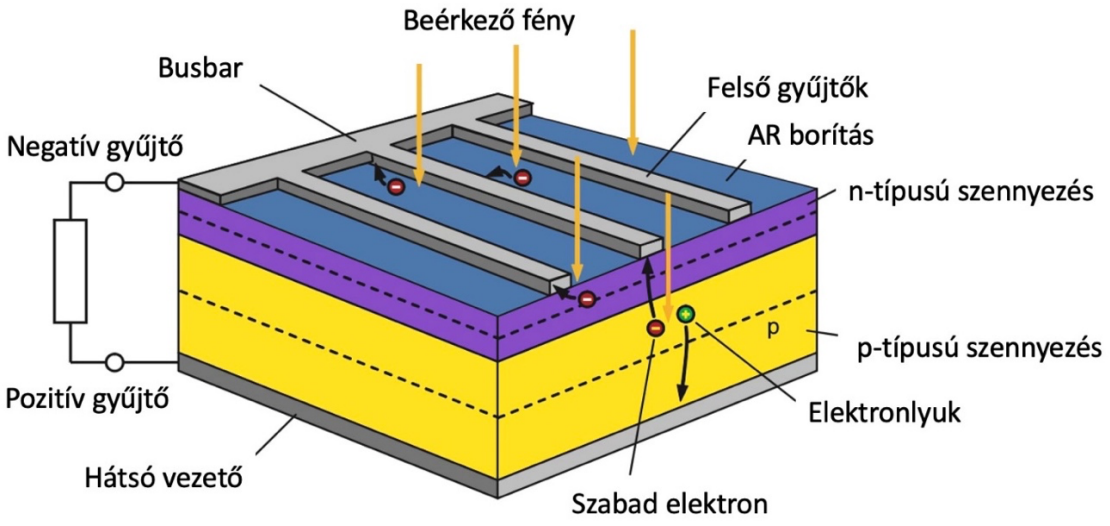
$$W_{foton} = h * f \geq W_{tiltottsáv}$$

,ahol W_{foton} egy foton energiáját jelöli, h a Planck-állandó, f a fény frekvenciája és $W_{tiltottsáv}$ a tiltott sávból való kilépéshez szükséges munka. [15]

A szilícium ugyan félvezető, de önmagában nem alkalmas fotovoltaikus energiatermelésre, ugyanis kevés szabad töltéshordozóval bír. Annak érdekében, hogy minél több elektron-lyuk pár gerjesztődjön fény hatására, a Si kristályrácsot leggyakrabban bórral (B-) és foszforral (P+) szennyezik, azaz a Si kristályrács egyes atomjait ilyen atomokkal helyettesítik. A szilícium négy vegyértékelektronnal rendelkezik, a foszfor - ami a periódusos rendszer következő eleme - viszont már öttel, ezáltal a stabil elektronhéj kialakulásának érdekében a foszfor és a szilícium kovalens kötésében egy elektron szabadul fel. A bór 3 vegyértékelektronnal rendelkezik, szennyezésével a létrehozott szilícium kristályban elektronlyukak keletkeznek. A bórral szennyezett lapkát P típusú félvezetőnek nevezzük, míg a foszforral szennyezett félvezető lapkát N típusúnak. [16]

A két félvezető lapka egymásra helyezésekor P-N átmenet jön létre, amelyek között felépülő elektromos tér a töltéshordozókra hat és azok elmozdulását eredményezi. A P-N átmenet határfelületén a töltéshordozók semlegesítik egymást, így ezen a részen egy kiürített réteg jön létre. [17]

A töltéshordozók áramlásának biztosítása érdekében fém gyűjtőrácsokat helyeznek el félvezető felületén. A cellára beeső fény gerjeszti a vegyértékelektronokat, amelyek elszakadásuk után a fém gyűjtőrácsokon keresztül a pozitív töltésű réteg felé kezdenek áramolni. [17] Az alábbi ábra szemlélteti a cella egyszerű felépítését és a töltésáramlás folyamatát:



4. ábra Napelem cella felépítése *(A szerző saját szerkesztése, [15] alapján)*

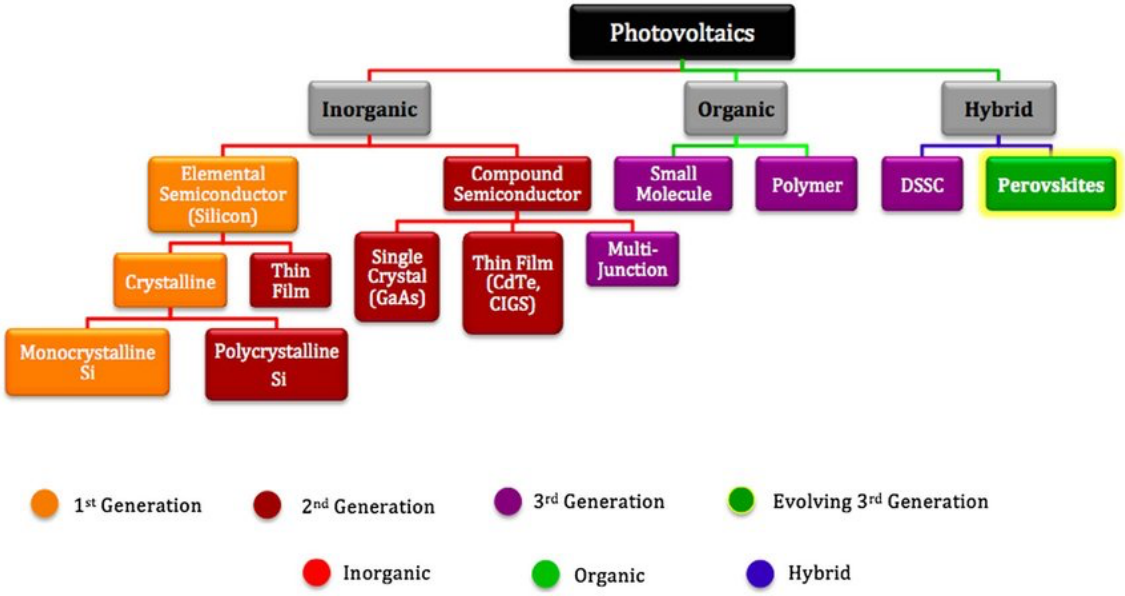
A cella áll egy felső- és alsó vezetőből, a kettő közti p-n átmenetből, valamint a beeső fény veszteségét csökkentendő egy anti-reflektív rétegből az elülső oldalon. További rétegek is lehetségesek a különböző technológiák függvényében, a napelem cella különböző típusú optikai és elektromos veszteségeinek csökkentésére. [16]

A napelemcellák különböző méretben és technológiával kerülnek legyártásra. A fejezet további részeként bemutatásra kerülnek a jelenleg elterjedt napelemes cellatípusok és azok ismérvei.

3.2 Napelem cella típusok

A fotovillamos hatás kihasználására számos technológiát fejlesztettek ki, ezek jelentős hányada még nem olyan fejlett, hogy megfelelő hatásfokot érjen el tömeggyártásban, napelem léptékben is, és egyben gazdaságos is legyen a gyártása. Azonban a különböző technológiák rohamosan fejlődnek, és a jövőben némelyikük megtörheti a mono- és polikristályos Si cellák egyeduralmát a piacon.

Az alábbi diagram a különböző technológiákat összegzi. Alapvetően három kategóriába sorolhatók a felhasznált anyag szerint, ezen kívül pedig három generációba. A generációkat definíció szerint hatásfokbeli mérföldkövek választják el egymástól.



5. ábra Fotovoltaikus technológiák taxonómiája *[18]*

3.3 A napelemes rendszerekben leggyakrabban használt technológiák

Rendszerek kivitelezése során leggyakrabban az alább részletezett napelem típusokat használják, mind háztartási, mind pedig ipari léptékben.

3.3.1 Monokristályos szilícium (c-Si) cella

A monokristályos napelem cella technológiáját tekintve nagyon hasonló a polikristályoséhoz, azonban a gyártási folyamata több erőforrást igényel. A gyártása során a szilíciumot 1450 °C-on megolvasztják, az olvadékba pedig egykristály magot mártanak egy rúd végén, amely körül a szilícium kristályosodni kezd. Innen ered a neve is „mono", azaz egy kristályos. A rudat és a kristályt ezután kihúzzák az olvadékból, amely így hengeralakban szilárdul meg. A hengert tengelyére merőlegesen elszelik, majd kialakítják a monokristályos technológiára jellemző 8 sarkos cellákat. Ezt követően a cellák kémiai kezelésére és szennyezésére, valamint a fém gyűjtősínek felszerelésére kerül sor. [15] Általában azt szokták mondani róla, hogy a direkt napfényt jobban tudja hasznosítani, mint a másik kristályos modul, azonban dőlésszögre és tájolásra érzékenyebb típusnak számít. [19]



6. ábra Monokristályos modul
[37]

3.3.2 Polikristályos szilícium (mc-Si) cella

A polikristályos cella gyártási technológiája lényegesen kevesebb erőforrást igényel, mint egykristályos társa. Ebben az esetben olvasztótégelybe helyezik a szilíciumot, majd felhevítik és hűtés következtében több kristály körül alakul ki a szilícium tömb. A neve eljárásából ered „poli", azaz több kristályos technológia. A tömböt felszelik kívánt méretű hasábokra, majd ezt tovább szelik cellaméretű, négyzetes lapokra. A gyártási technológia menete innentől hasonlít monokristályoséhoz. [15] Általában azt szokták mondani róla, hogy a szórt napfényt hatékonyabban képes hasznosítani és kevésbé érzékeny tájolásra, valamint dőlésszögre. [19]



7. ábra Polikristályos modul *[37]*

3.3.3 Vékonyfilmes szilícium (a-Si) cella

A vékonyfilmes technológia alapja nem más, mint az amorf-szilícium kristály. Technológiájának sajátossága, hogy a félvezető rétegeket gázhalmazállapotból kémiai vagy fizikai úton illesztik a hordozó felületére. Hátulütője azonban, hogy így rengeteg szilícium nem tud megfelelő kötést kialakítani, amelyeket hidrogén hozzáadásával zárnak le. A gyártási folyamatok végén kialakult cella vastagsága körülbelül 0,5 μm. [15]



8. ábra Vékonyfilm-rétegű napelem *[20]*

3.3.4 Összefoglaló rész

1. táblázat Cellatechnológiai összefoglaló *(A szerző saját szerkesztése, [21] alapján)*

	Monokristályos	Polikristályos	Vékonyfilmes (Amorf-Si)
Hatásfok	17-22%	15-18%	10-13%
Teljesítmény hőmérsékleti koefficiens	-0,35%	-0,4%	-0,25%
Teljesítmény romlás	25 éves teljesítmény garancia	25 éves teljesítmény garancia	10-25 éves teljesítmény garancia
Panel átlagos piaci ár	25 EURc/Wp	22 EURc/Wp	18 EURc/Wp
Árnyékolás hatására veszteség mértéke	Árnyék hatására befolyásolt sztring	Árnyék hatására befolyásolt sztring	Árnyékolás felületével arányos
Cella kialakítás			

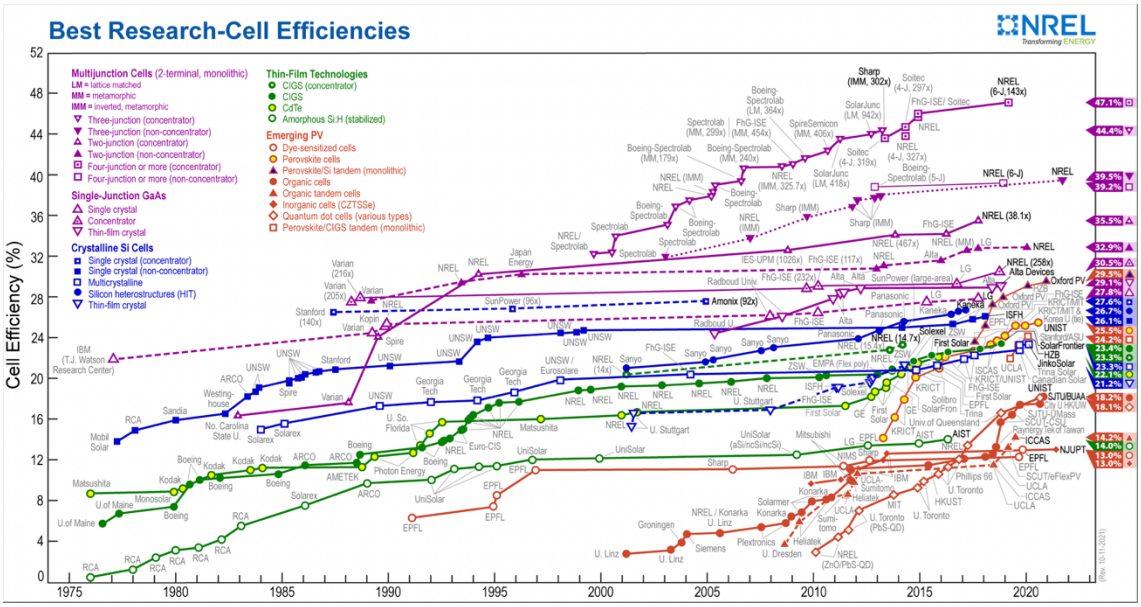
Hatásfok vizsgálata alapján egyértelműen a monokristályos napelem cella kiemelkedő. A drága és körülményes gyártási technológiát igénylő paneleket így inkább olyan helyeken alkalmazzák, ahol kevés a rendelkezésre álló terület és nagyobb DC teljesítmény kívánatos. Megállapítható, hogy hőmérsékleti koefficiens és piaci ár a vékonyfilmes technológiának kedvez, azonban területigénye jóval nagyobb az ilyen panelekkel üzemelő rendszereknek. Az árnyékhatás a mono- és a polikristályos paneleknél komoly termelésveszteséget okoz. Ennek oka, hogy a cellák sorba vannak kötve, így az árnyékolt cellák termelő egység helyett ellenállásként viselkednek, ezzel a komplett cellasort és panelsort befolyásolják. Ezzel ellentétben a vékonyfilmes modul veszteségének mértéke csak az árnyékolt felület mértékével arányos. Nagyobb naperőművek esetében a piaci részesedés leginkább az egy- és többkristályos panelek között oszlik meg, mivel az ilyen méretű rendszereknél megfelelő sortávolság mellett az árnyékolás hatása közel elhanyagolható. [15]

A naperőművek világszintű elterjedésében kulcsszerepet játszik a technológia fejlődése és az utóbbi pár évben tapasztalható panelek piaci árcsökkenése.

3.4 A napelemcellák hatásfokának fejlődése

A különböző napelemes technológiák fejlődése igen gyors, a laboratóriumi körülmények között tesztelt cellák már jóval előtte járnak a jelenleg az iparban használatos napelem cellák hatásfokának.

A svájci NREL (National Renewable Energy Laboratory) 1976 óta folyamatosan követi és közzéteszi ezt a fejlődést, technológiánkénti bontásban:

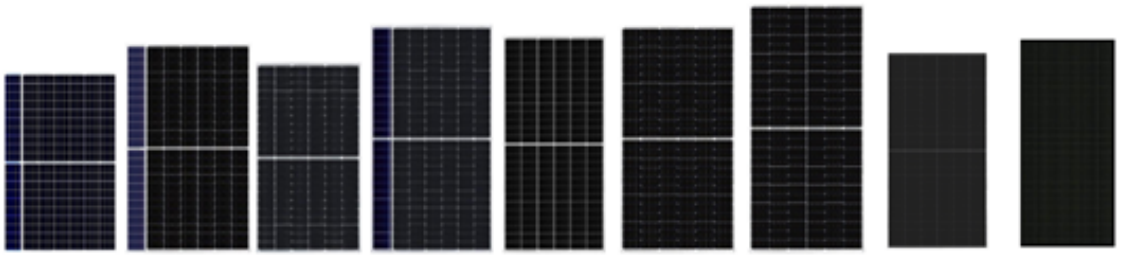


9. ábra Laboratóriumi körülmények között tesztelt cellák hatásfoka *[22]*

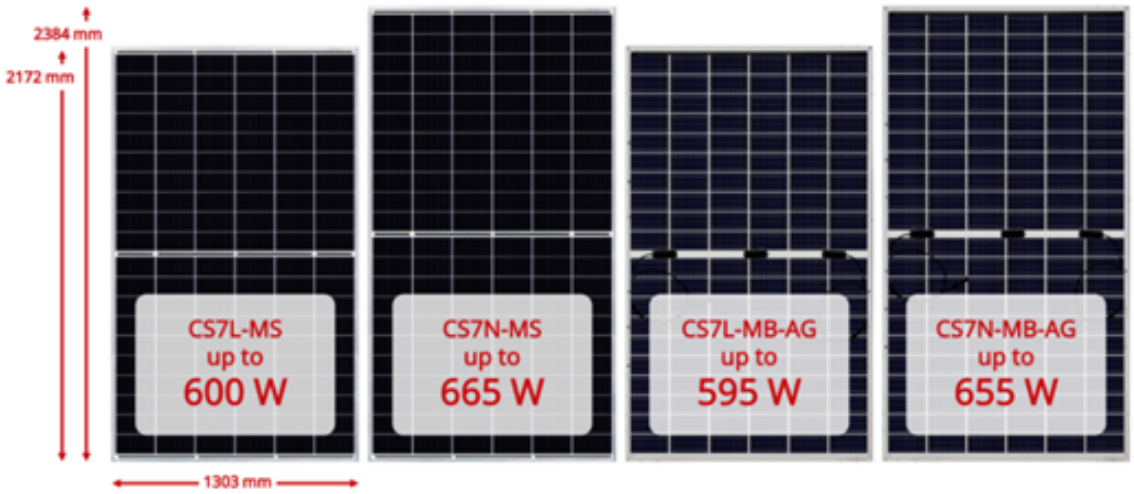
Az egyes technológiák világrekordját jobb szélen egy zászló jelzi, amely tartalmazza a hatásfok százalékos mértékét és az adott technológia szimbólumos jelölését. A hatásfokra vonatkozó eredmények magukért beszélnek. Az NREL által nyilvántartott laboratóriumi adatok alapján az NREL (6-J,143x) több P-N átmenetes cella már a 47,1%-os hatásfokot is elérte. [22]

3.5 A napelem panelek teljesítményének fejlődése

A napelemcellák hatékonyságbéli prosperálásával együtt a napelem panelek teljesítménye is drasztikusan növekszik. A legtöbb gyártó manapság már rendelkezik 500-600 W_p és ettől nagyobb teljesítményű napelem panelekkel. Általánosságban elmondható, hogy a 72 cellás 400-500 W_p teljesítményű panelek igen kedvezőek energiahozam-bekerülési költség szempontjából. [23] A 5. ábrán egy neves gyártó, a Canadian Solar paneljeit mutatom be:



HiKu L	HiKu W	HiKu N	HiKu5 Y	Ku5	HiKu6 W	HiKu6 Y	HiKuBlack	HiDM5
CS3L-P / MS	CS3W-P / MS	CS3N-MS	CS3Y-P / MS	CS3S-MS	CS6W-MS	CS6Y-MS	CS3L-MS-AB	CS1W-MS-AB
340W / 365W	415W / 445W	410W	455W / 490W	440W	535W	580W	355W	370W
1765 x 1048 x 40	2108 x 1048 x 40	1941 x 1048 x 35	2252 x 1048 x 35	2168 x 996 x 35	2261 x 1135 x 35	2443 x 1135 x 35	1765 x 1048 x 35	1869 x 996 x 35
18.6% / 19.7%	18.8% / 20.1%	20.4%	19.3% / 20.8%	20.4%	20.8%	20.9%	19.2%	19.6%
120 (60x2) HC	144 (72x2) HC	132 (66x2) HC	156 (78x2) HC	156 (78x2) HC	144 (72x2) HC	156 (78x2) HC	120 (60x2) HC	72 x 6 Shingled

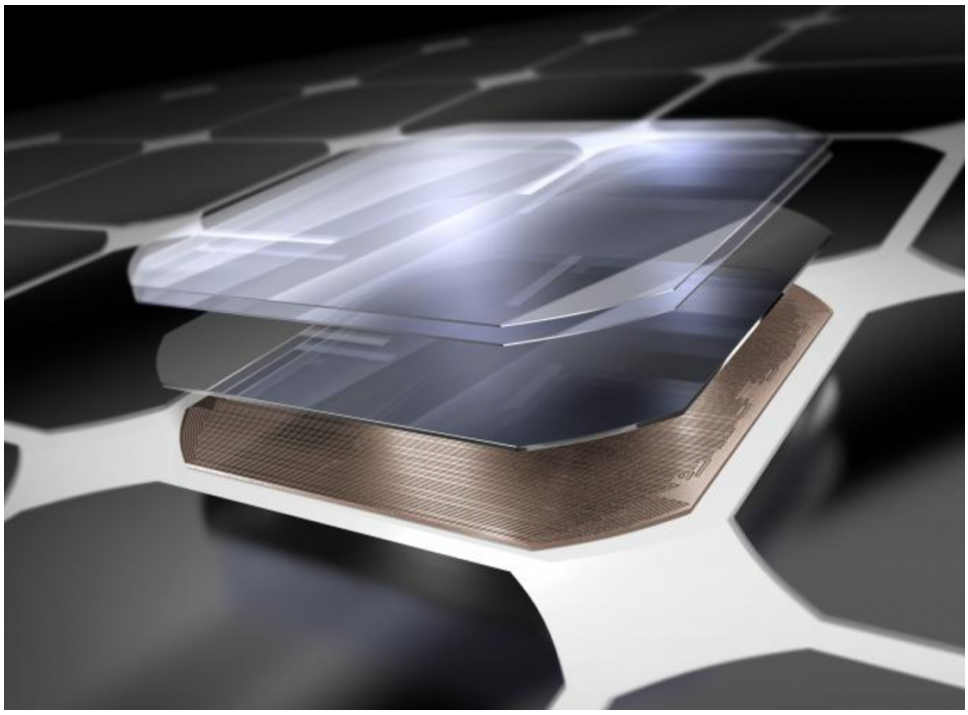


10. ábra Canadian Solar 2021-es áttekintése *[23]*

3.6 Feltörekvő technológiai megoldások

Utóbbi 5-6 évben hatalmas fejlődésen mennek keresztül a PV modulok, mint azt korábban is bemutattam. A gyártók új generációs technológiákat alkalmazva próbálják meghódítani a versenypiacot. Ilyenek a PERC cellát, a Multi-Busbar (MBB) technológiát vagy az N típusú IBC (Integrated Black Contact) cellákat alkalmazó panelek.

Az IBC cellák bizonyulnak jelenleg a leghatékonyabbnak (20-22.8%), azonban a MBB-t integráló PERC cellák hatásfoka is jócskán 20% feletti. Az IBC cella alapanyaga N-típusú, nagy tisztaságú szilícium és kialakításának nagy előnye, hogy nincs kontaktrács árnyékolás a nap által sütött oldalon. [24] A felsorolt műszaki megoldásokra alapozott modulok pár éve még elképzelhetetlen mértékű hatékonyság produkálására képesek.



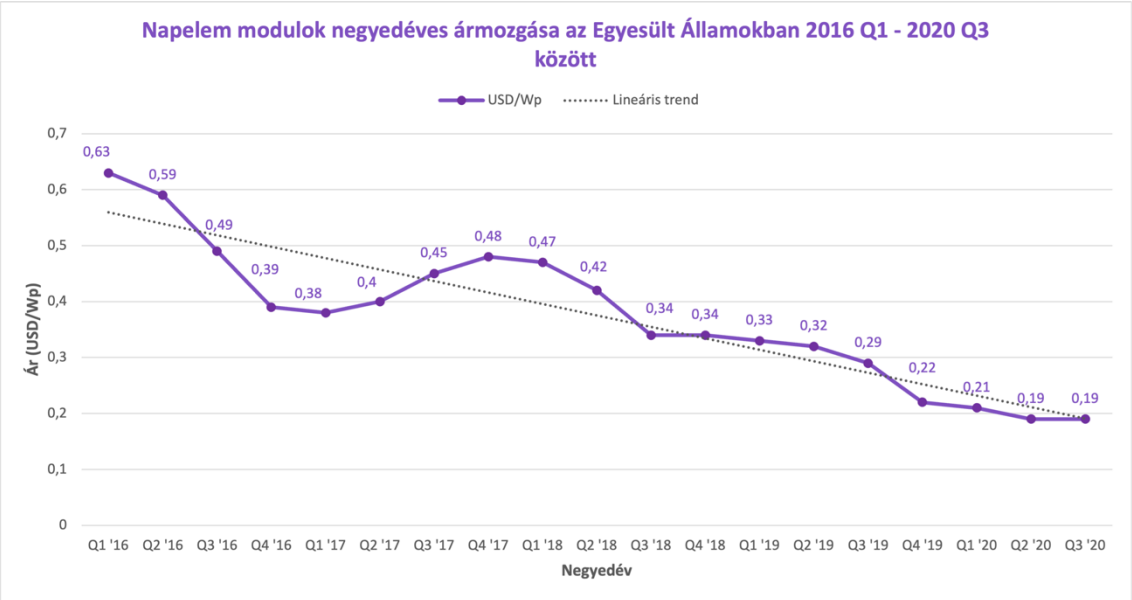
11. ábra N-típusú IBC cella *[25]*

3.7 Napelemek ára

A rendszerek ára évről évre kedvezőbbnek bizonyult. Ennek jelentős oka a technológiai fejlesztések felgyorsulása, a folyamatos megújulás és az innovatív mérnöki megoldások,

valamint az ezzel járó egyes rendszerelemek, berendezések árcsökkenése és tömeges gyártása.

A napelemek árait figyelve folyamatos csökkenés volt tapasztalható az utóbbi években. A 2016-2020 közötti időszakban átlagosan W_p ára 30%-kal csökkent. Az alábbi grafikon az USA-ban érzékelt árcsökkenést szemlélteti:



12. ábra Napelem modulok piaci ármozgása az Egyesült Államokban *(A szerző saját szerkesztése, [26] alapján)*

Rossz hír azonban, hogy pandémia okozta ideiglenes gazdasági hanyatlás a megújuló iparra is alaposan rányomta bélyegét. A nyersanyagok és más lényeges elemek, valamint a logisztika költségei tavaly óta az egekbe szöktek, ami hatalmas nyomást gyakorol a modulgyártókra. Ebből adódóan a napelemek W_p-enkénti árát vizsgálva a 2020-as év második felétől drasztikus emelkedés volt tapasztalható egészen napjainkig. Habár az általános trend az árcsökkenés volt és most pont ellenkezőjét tapasztaljuk, megállapítható teljes biztossággal, hogy az áruk idővel újra stabilizálódni fog.

A következő fejezetben a napelemes rendszerek elemeit, azok jellemzőit és megválasztási szempontjait fogom részletesen ismertetni.

4 FOTOVOLTAIKUS RENDSZEREK ÉS BERENDEZÉSEIK

4.1 A fotovoltaikus rendszer legfontosabb berendezései

Napelemes rendszerek tervezése és kivitelezése során számos megoldás elérhető, azonban a rendszer alappillérei, főbb berendezései elengedhetetlenek.

Minden fotovoltaikus rendszer az alábbi fő rendszerelemeket tartalmazza:

- Napelem modul
- Inverter
- Tartószerkezet
- Villamos szerelvények (DC- és AC vezetékek, túlfeszültség levezetők, biztosítékok, leválasztó kapcsolók és egyéb védelmi berendezések)
- Rendszertől felépítésétől függően töltésszabályozó és akkumulátor

4.2 Napelem panel

A napelemcellák soros és párhuzamos kötésével napelem modulokat hozunk létre. Minderre azért van szükség, mert egy napelem cella által generált feszültség nagyon alacsony azonban, ha több cellát összekötünk, akkor az így generált áram- és feszültségérték már számottevő mértékű. A jelenleg elterjedt, korszerű modulok általában 60, 72 vagy 96 cellából épülnek fel. Az egyes gyártók termékeinek összehasonlításakor nem elég csupán a teljesítményt figyelembe venni, a termék adatlapján számos, a kiválasztást segítő, minőségre is utaló mutató kerül feltüntetésre. [15]

Ilyen, mint a:

- Standard Test Conditions (STC): Szabványosított labor körülmények között méri a panel jellemzőit. Ekkor AM 1.5 légköri eloszlás, 1000 W/m^2 sugárzás és 25 °C cellahőmérséklet mellett történik a vizsgálat.

- Normal Operating Cell Temperature (NOCT): Valós működési paraméterek mellett méri fel a panel tulajdonságait. Ilyenkor 800W/m^2 sugárzás, 45°C-os (+/- 3 °C) panelhőmérséklet és 1 m/s szélsebesség mellett kerül mérésre a termék. Tehát mindig kedvezőtlenebb műszaki adatokat szolgáltat, mint az STC.
- Open Circuit Voltage (V_{oc}): Üresjárási feszültség. A panel által leadható maximális feszültség [V].
- Short Circuit Current (I_{sc}): Rövidzárási áram. A rövidre zárt napelem által leadott áram mennyiség [A].
- Maximum Power Point (P_{max}): A panel névleges teljesítménye [W]. Ez a munkapont, ahol a modul által leadott teljesítmény maximális.

A gyártási folyamat érdekessége, hogy a modulgyártók sem képesek két ugyanolyan cellát gyártani. A gyártás után a cellákat bemérik és teljesítményük alapján kategorizálják. Ekkor dől el, hogy az adott panel névleges teljesítménye 370 W vagy éppen 380 W. Tehát a gyártásban jelentős szórás tapasztalható, ezért a teljesítmény mérési hibáját is feltüntetik a termék adatlapján pl. +/- 3%.

4.3 Az inverter

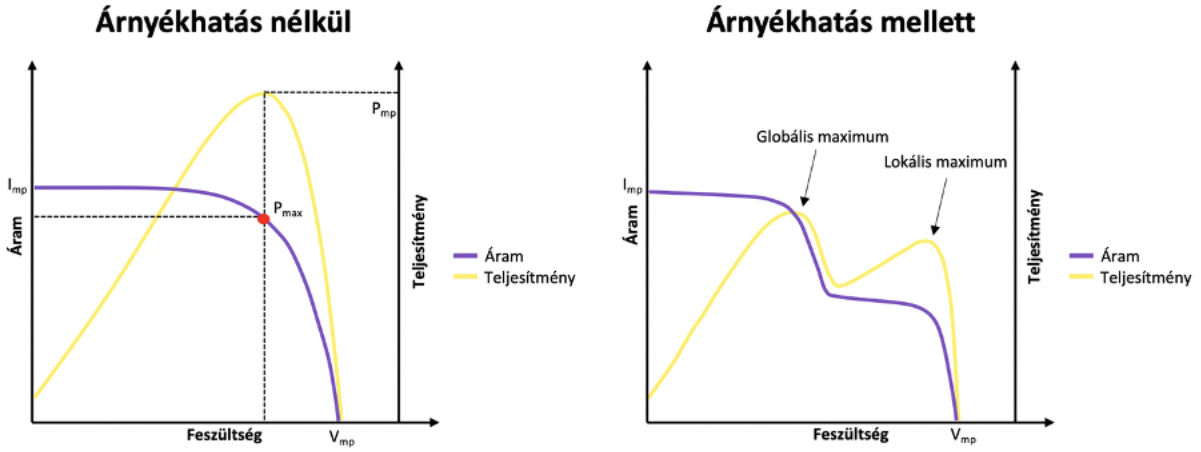
Az inverterek a napelemes rendszerek szívét képzik. Az inverterek feladata a napelemek által termelt DC energia átalakítása a közcélú hálózatnak megfelelő minőségű és frekvenciájú váltakozó árammá. Ez lényegében HMKE esetében azt jelenti, hogy 230 V illetve 3 fázis esetén 400 V (ipari méretű erőműveknél 480 vagy 800 V) és 50 Hz-es AC szinuszos váltakozó árammá alakítják a kinyert DC árammennyiséget. A DC jel átalakítását egyenirányító diódák végzik. A diódák összehangolt nyitása és zárásának idejének átlaga kiadja a hálózaton alkalmazott hullámalakot. [15] Az eszközök ezen felül védelmi, optimalizációs és monitoring feladatokat is ellátnak.

Típus szerint megkülönböztetünk sztring-, központi- (nagyobb beépített teljesítményű és területű erőművek esetében), valamint mikro invertereket. A hazai gyakorlatban, főleg háztartási méretű kiserőművek esetében sztring inverterek alkalmazásával találkozhatunk. [15]

Megválasztásuk esetén, műszaki szempontból fontos a névleges teljesítmény, maximális bemeneti feszültség és áram, üzemi feszültség tartomány, valamint a beépített védelmi funkciók ismerete. Továbbá elengedhetetlen a minőség, garancia és az alacsony meghibásodási arány. Ez a berendezés a napelemes erőművek egyik legdrágább eleme, továbbá piaci áruk gyártótól függően jelentősen eltér. Az inverter választásakor hosszú távban kell gondolkodni, így inkább drágább, megbízhatóbb típust érdemes beszerezni a rendszerhez.

4.3.1 Munkapont-kezelés (MPPT)

Az inverterek feladata maximalizálni a sztringek teljesítményét, ezt a sztringfeszültségek és sztringáramok szabályozásával érik el. A berendezésbe integrált munkapontkereső algoritmusoknak hála az inverter képes az I-V görbét folyamatosan pásztázni, így teljesítményt mérni. Adott besugárzás esetén az alkalmazott kereső mechanizmus észleli, hogy a I-V görbe mentén haladva az ideális munkaponton túl (P_{max}) a teljesítmény csökkenni kezd. Az inverter ekkor a sztring beállításokat képes visszaléptetni a korábban detektált maximális teljesítményű pontra. Árnyékhatások esetén több maximális teljesítményű munkapontot is észlelhet a berendezésünk, ekkor az algoritmus a lokális vagy a globális maximumot keresve optimalizálja a termelést. [15]



13. ábra Árnyékmentes és árnyékos napelem asztal görbéin végzett munkapont keresés *(A szerző saját szerkesztése, [27] alapján)*

4.4 Tartószerkezet

A napelemes rendszer tartószerkezetének alapvető feladata a napelem modulok és a hozzá kapcsolódó rendszerkomponensek biztonságos rögzítése. A tartószerkezetek tájolása és dőlésszöge jelentős mértékben befolyásolja a termelés hozamának mértékét. Hazai napelemes rendszerek esetében déli tájolás, 20-35°dőlésszög és 90° fokos beesési szög mellett érhető el a legjobb termelés. Tetőre telepített rendszereknél a célravezető tájolás és a megfelelő dőlés kialakítása a struktúrából adódóan sokszor gondot okoz. Itt érdemes szót ejtenem az azimuthról, ami megmutatja az ideális déli (azimuth=0°) tájoláshoz képest milyen mértékű eltérés van fokban. Egy Dél-Keleti tájolású, 15° dőlésszöggel rendelkező erőmű hozamvesztesége akár 10-15%- is lehet. [28]

Alapvetően három elrendezési módot jegyezhetünk meg:

- földre szerelt tartószerkezet
- lapostetőre szerelt tartószerkezet
- ferde tetőre szerelt tartószerkezet

A tervezés során figyelembe kell venni a tető vagy szerkezet teherbírását, mivel a paneleknek és a komplett rendszernek komoly súlya van. El kell végezni a tartószerkezetekre eső terhelés kalkulációit (statikai számítások), hiszen a panelek mellett a rá eső hómennyiség vagy csapadék súlyát, valamint a széllökéseket is el kell viselnie. Manapság léteznek modern, napkövető tartószerkezetek, melyek a nap útját követik le autonóm módon. Előnyük a jobb hatásfok, ezáltal nagyobb energiatermelés, viszont sokkal drágábbak és nagyobb a karbantartás igényük. [29]

4.5 Egyenáramú (DC) kábel

A napelemes kiserőmű hosszú élettartalmának és biztonságos működésének biztosítása érdekében, a DC kábelezésnek rendkívül időtállónak és külső környezeti hatásokra ellenállónak kell lennie. Az iparban jellemzően 4-6 mm^2 keresztmetszetű, 1000-1500 V-ig szigetelt, egyerű UV álló szolár kábellel történik a kivitelezés.

A DC kábellel szemben támasztott alapvető követelmények:

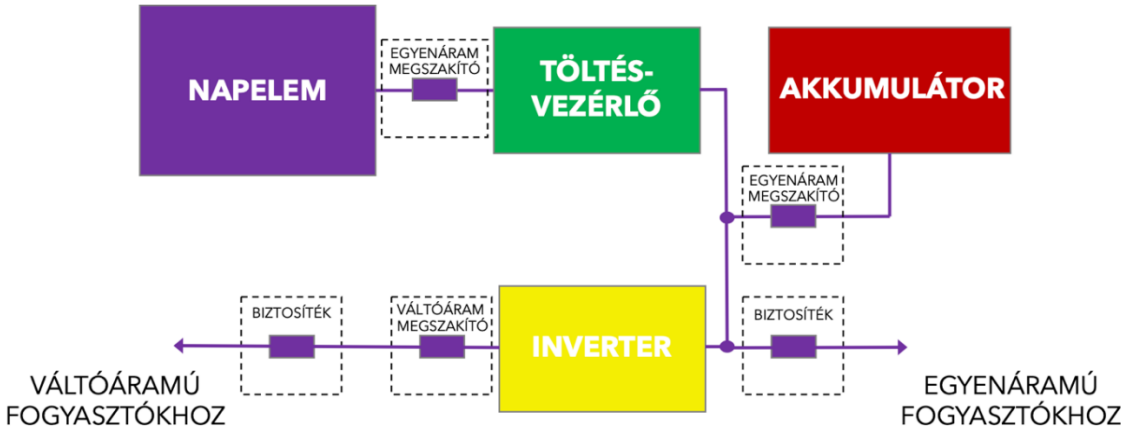
- UV, ózon és időjárás állóság
- Mechanikai szilárdság
- Hőállóság
- Méretezési hőmérséklet a tetőn: 70°C
- Gyors és biztonságos szerelés lehetősége

A föld- és rövidzárlat elleni védelem céljából jellemzően sodort, duplán szigetelt kábelt alkalmazunk elkülönítve a pozitív és negatív pólusokat. Az elektromos vezetékeket jellemzően UV álló kábelkötözővel rögzítik, mely ellenállóságát a kötözőbe integrált fémszál biztosítja. A kábelek csatlakozásáért egy önmagát reteszelő, szél és környezeti hatásokkal szemben rezisztens csatlakozó felel. [30]

5 NAPELEMES RENDSZEREK KAPCSOLÁSA

Alapvetően két alkalmazási elvet különböztetünk meg, attól függően, hogy a beruházó mire tart igényt, valamint, hogy melyik megoldás alkalmazható az adott földrajzi helyen. Az egyik ilyen a szigetüzemű napelemes rendszer (Off-grid) és a másik a hálózatra kapcsolt (Grid-connected/On-grid) napelemes rendszerek.

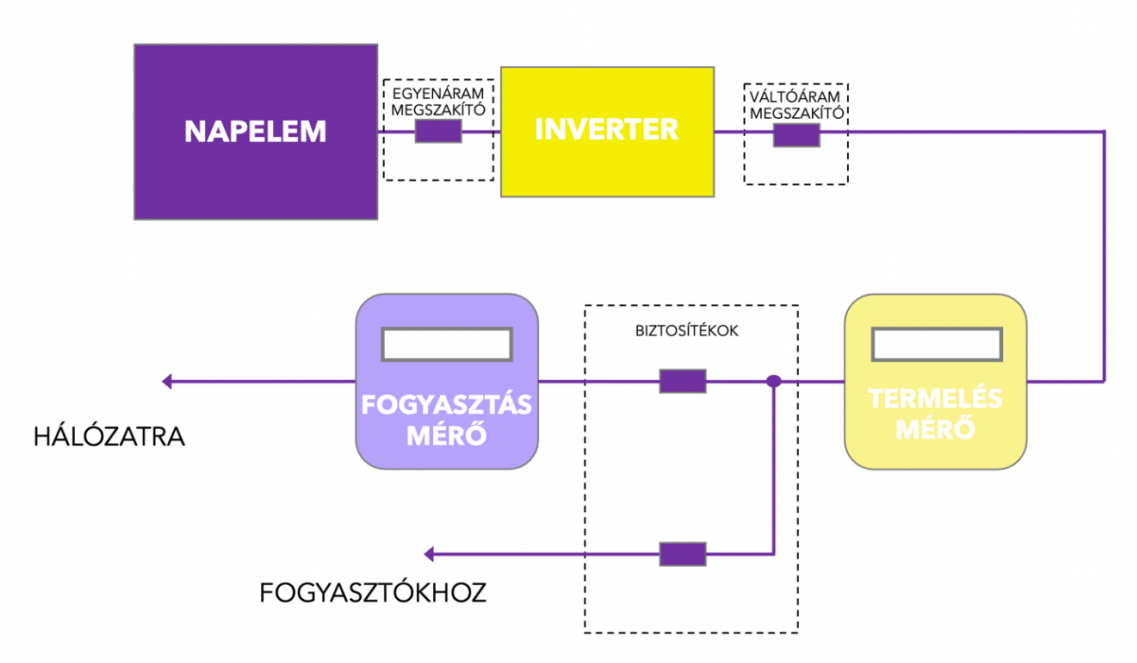
5.1 Szigetüzemű napelemes rendszer egyszerűsített váza



14. ábra Szigetüzemű napelemes *rendszer* kapcsolása *(A szerző saját szerkesztése, [31] alapján)*

Az ilyen típusú Off-grid rendszer teljesen elszigetelten működik az áramszolgáltató hálózatától, ezáltal az el nem használt, de helyben megtermelt villamos energiát egy akkumulátorba táplálja az olyan időszakra, amikor csekély napsütés következtében nem lenne elegendő energia a rendszerbe integrált fogyasztók üzemeltetésére. A szigetüzemű rendszerek tartalmaznak egy töltésszabályozót is, mely biztosítja az akkumulátorok megfelelő töltőáramát. Ez alapvetően azért elengedhetetlen ennél a kialakításnál, mert a napelemes rendszerek áramtermelése messze nem állandó, hiszen megvilágításfüggő. [31]

5.2 Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer egyszerűsített váza



15. ábra Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer kapcsolása *(A szerző saját szerkesztése, [31] alapján)*

A hálózatra kapcsolt rendszerek a megtermelt fölösleges villamosenergiát visszatáplálják a közcélú villamos hálózatba, egy erre a célra kialakított ad-vesz mérőn keresztül. A rendszerbe betáplált energiát a kereskedő tovább értékesíti a fogyasztók számára. A beruházó számára ez azt jelenti, hogy a betermelt többlet energia értéke levonódik a hálózatból általa vételezett energia értékéből, és így csak a különbözetet köteles megfizetni az áramszolgáltatónak. Ezt nevezik szaldós elszámolásnak. Ilyen kialakítás esetében nincs szükség sem akkumulátorra, sem töltésszabályozóra. [31]

A következőkben a háztartási méretű napelemes kiserőművek engedélyeztetési eljárását fogom részletesen ismertetni egy ELMŰ-s esettanulmányon keresztül.

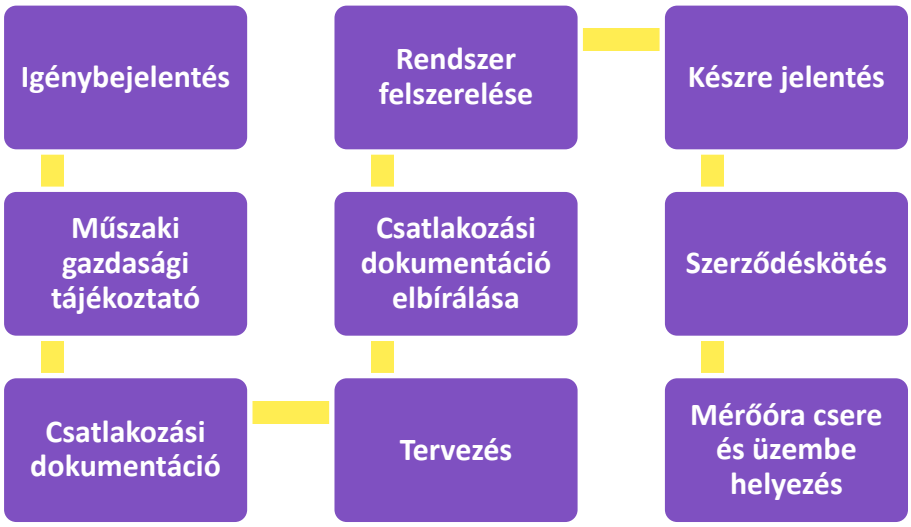
6 HMKE RENDSZEREK ÜGYINTÉZÉSE ÉS ENGEDÉLYEZTETÉSE

A 2008. január 1-jén hatálybalépő, villamosenergiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény (VET) bevezette a háztartási méretű kiserőmű fogalmát, továbbá egyszerűsítette annak létesítési és engedélyeztetési eljárását. [32]

A VET 3. § 24. pontja szerint a HMKE: Kisfeszültségű hálózatra csatlakozó kiserőmű, melynek csatlakozási teljesítménye nem haladja meg az 50 kVA-t. [32]

Hálózatra kapcsolt, háztartási méretű kiserőművet bárki létesíthet, amennyiben figyelembe veszi a megfogalmazott teljesítményhatárt és a csatlakozási pont feszültségszintjét. Az engedélyeztetési eljárás lefolytatása nélkül azonban nincs jogosultságunk a termelő rendszer üzembehelyezésére. Ennek egyik fő oka, hogy amikor a rendszerhasználó villamosenergia termelő berendezést (pl. napelemet) működtet az adott felhasználási helyen, az befolyásolja a közcélú hálózat működését. A rendszer igénylőjének ezáltal kötelessége tudatni a hálózati engedélyessel (DSO – Distribution System Operator) a hálózatra csatlakozással kapcsolatos igényét saját biztonsága és a hálózat zavartalan működésének biztosítása érdekében.

A HMKE napelemes erőművek engedélyeztetési procedúrája szinte megegyező minden hálózati engedélyessel való eljárás esetében:



16. ábra HMKE engedélyeztetési folyamat *(A szerző saját szerkesztése)*

Az engedélyezési és tervezési folyamat lépéseit egy gyakorlati példán keresztül is megvilágítom, amely saját háztartásunk autóbeállójára telepített napelemes rendszer megvalósítása. Az engedélyezési eljárás esettanulmányomra vonatkozó részleteit a fejezet megfelelő részeiben ismertetem.

6.1 Igénybejelentés

Miután az ügyfél megegyezett az ügyintézést, tervezést és kivitelezést végző vállalattal, az első lépés a napelemes rendszer létesítésének igényét bejelenteni az illetékes DSO felé.

Az igénybejelentést végezheti maga a rendszerigénylő, vagy az általa hivatalosan meghatalmazott személy. A meghatalmazást egy külön formanyomtatvány igazolja a megbízó és megbízott aláírásával hitelesítve.

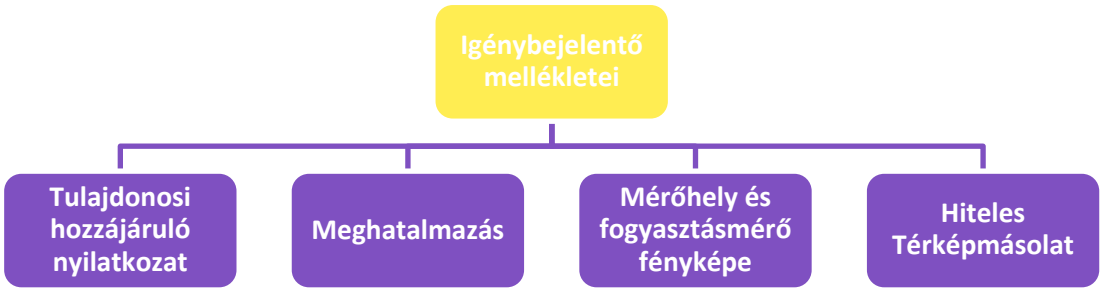
Az igénybejelentő dokumentum tartalmazza:

- a felhasználó adatait,
- felhasználási hely adatait (pl. felhasználási hely címe, mérési pont azonosító(k), mérő(k) gyári száma),
- a meglévő csatlakozás, valamint az igényelt csatlakozás adatait,
- szükséges mellékleteket.

Már az igénybejelentésnél szükséges a váltakozó áramú termelő berendezés megválasztása. Ismertetnünk kell az inverter gyártóját és pontos típusát, valamint annak darabszámát. A készülékválasztás feltétele, hogy a telepítendő berendezés szerepeljen az illetékes elosztói engedélyes által jóváhagyott és érvényben lévő alkalmazható inverterek listáján.

Az általam tervezett rendszer saját autóbeállónk tetőszerkezetére telepített kisméretű rendszer. Az igénybejelentés során a meglévő 1 x 32 A vételezési kapacitás mellé igényeltem az erőmű számára 1 x 16 A betáplálási kapacitást, amelyet 1 db Huawei SUN2000-3.68KTL inverterrel terveztem megvalósítani. Ennek kiválasztását a tervezést leíró fejezetben ismertetem.

Az igénybejelentési folyamat esszenciális részét képzik a mellékletek. Általában az alábbi dokumentumokat szokás csatolni egy rendszer igénybejelentéséhez:



17. ábra Az igénybejelentő mellékletei *(A szerző saját szerkesztése)*

6.2 Műszaki-gazdasági tájékoztató

Az áramszolgáltató a beérkezett igényt megvizsgálja, majd elbírálja. Az elbírálás során azt vizsgálják, hogy a tervezett rendszer milyen feltételekkel csatlakoztatható a hálózathoz. Amennyiben az elosztói engedélyes jóváhagyja a beadott igényt, megküldi arra válaszként a **Műszaki-gazdasági tájékoztatót** (továbbiakban MGT).

Részletesebben kifejtve az MGT egy olyan tájékoztató dokumentum, ami tisztázza az igénylővel a felhasználói tulajdonban lévő, közcélú hálózatra energiát tápláló HMKE-val szemben támasztott követelményeket. Többek között ismerteti a csatlakozás lehetőségét és annak feltételeit, definiálja a hálózatra csatlakozás egzakt pontját és az ott tett javaslatok elfogadásának határidejét. Az aláírt dokumentumot szükséges megőrizni, hiszen a későbbiekben aláírással ellátva vissza kell küldeni az áramszolgáltató részére a csatlakozási terv mellékleteként. Az esettanulmány Műszaki-gazdasági tájékoztatója a 12. sz. mellékletben bemutatott csatlakozási terv részét képezi, s abban megtekinthető.

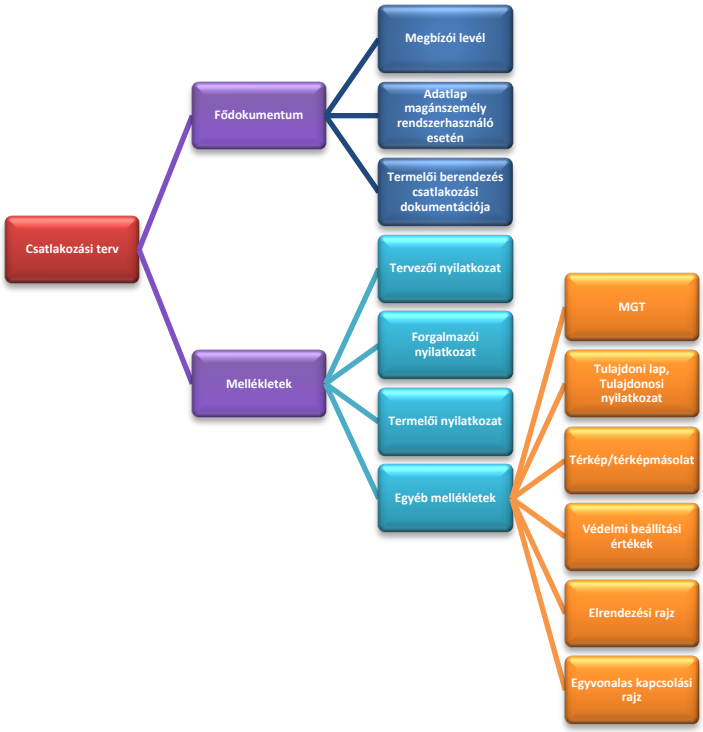
6.3 Hálózati csatlakozási dokumentáció készítése, tervek benyújtása

A következő és egyben legfontosabb rész a csatlakozási dokumentáció vagy csatlakozási terv elkészítése. Ezt a dokumentációt kizárólag villamos tervezői jogosultsággal

rendelkező személy készítheti. A csatlakozási dokumentáció pontos leírást közvetít műszakilag a napelemes rendszer kialakításáról, berendezéseiről és azok villamos paramétereiről, védelméről, valamint üzemeltetéséről.

A jogosult tervező általi csatlakozási tervdokumentáció készítése az ELMŰ esetében egy speciális webhelyen keresztül, az ELMŰ-microsite-on történik. A terv készítése során a betáplált adatokból és csatolt mellékletekből a rendszer egyesített dokumentumot generál. A dokumentum eredeti példányának a rendszertulajdonosnál rendelkezésre kell állnia a rendszer üzembe helyezésekor.

Az ELMŰ webes rendszerében generálható csatlakozási dokumentáció tartalmi- és szerkezeti felépítését az alábbi ábra szemlélteti:



18. ábra Csatlakozási dokumentáció szerkezeti felépítése *(A szerző saját szerkesztése)*

A tervezés során általában kiosztási – más néven elrendezési, valamint egyvonalas kapcsolási rajzot kell készíteni.

Kiosztási rajz: Egy valós méreteknek megfelelő, elrendezést bemutató rajz. A rajzon egyértelműen látható a főelosztó, mérőóra, inverter, esetleges AC és DC doboz, kábelezés

és a napelemek pontos lokációja. A megvalósult HMKE elrendezési rajzát a 13. melléklet mutatja be.

Egyvonalas rajz: A felhasználói hálózatot 1:1-ben reprodukáló, védelmi működést és napelemes rendszer otthoni hálózatba való integrálását bemutató kapcsolási rajz. Mellékelni szükséges a védelmek típusait, szelektív működését és azok villamos paramétereit. Továbbá a rajzból kiolvasható a konkrét csatlakozási pont (pl. 24. áramkör. Madárhegy lakópark III. 53480), a mérőóra gyári száma, valamint a tulajdoni határ is. Az esettanulmány egyvonalas rajzát a 14. sz. melléklet szemlélteti.

A dolgozatban konkrét példaként bemutatásra kerülő HMKE csatlakozási dokumentációja a 12. sz. mellékletben megtekinthető.

A leadott csatlakozási dokumentációra az illetékes elosztói engedélyes válaszát küldi jóváhagyó levél formájában. A csatlakozás feltételeire vonatkozó jóváhagyás 1 évig érvényes.

6.4 Rendszer szerelés / Kivitelezés

A csatlakozási terv hivatalos jóváhagyását követően megkezdődhetnek a kivitelező általi, helyszíni szerelési munkák. A szerelések elkészültével az érintésvédelem hatásosságáról méréssel kell meggyőződni. A mérés eredménye egy első felülvizsgálati jegyzőkönyv, amit az áramszolgáltatónak be kell nyújtani. A jegyzőkönyvet az üzembehelyezést megelőzően a rendszer kivitelezője vagy egy általa megbízott felülvizsgáló/szakember készíti. Az imént említett érintésvédelmi jegyzőkönyv csatoltan megtalálható dolgozatom 11. sz. mellékletében.

6.5 Készre jelentés

A létesítmény elkészültéről való, DSO felé történő informálás elengedhetetlen. Ez a rendszer készre jelentésén keresztül történik. A készre jelentés keretein belül a felhasználó nyilatkozik arról, hogy az üzemeltetéssel kapcsolatos jogviszonyt és követelményeket tudomásul vette. Továbbá a kivitelező, valamint a regisztrált szerelő

kijelenti, hogy az erőmű az engedélyes csatlakozási terveknek megfelelően, hatályos jogszabályok és szabványok betartásával, érintésvédelmi szempontból kifogástalanul elkészült.

A készre jelentési nyilatkozathoz szükséges csatolni az első felülvizsgálati jegyzőkönyvet, valamint az elkészült rendszer fényképeit, melyek általában a következők:

1. Fénykép az inverterről és környezetéről
2. Fénykép az inverteren található adattábláról
3. Fénykép az AC oldali elosztó tábláról (leválasztó eszköz, túláramvédelmi készülék, túlfeszültségvédelmi eszköz)
4. Fénykép a mérőhelyről

Saját elkészült rendszerünkről magam is közlök néhány fényképet a 10. sz. mellékletben.

6.6 Mérőóra csere és üzembehelyezés

Az erőmű készre jelentését követően a végleges üzembe helyezéshez Hálózatcsatlakozási és Hálózathasználati szerződés, valamint Üzemviteli megállapodás megkötése/módosítása szükséges. A szerződések mindkét fél általi aláírását követően kerül sor a ki- és betáplált energiamennyiséget monitorozó ad-vesz mérő felszerelésére. Helyszíni szereléskor a csatlakozási dokumentációra válaszként küldött jóváhagyó levélnek és a dokumentáció eredeti példányának rendelkezésre kell állnia a munkálatokat végző kollégák részére. Az elosztói engedélyes képviselői ezt követően engedélyezik az erőmű bekapcsolását.

A következő fejezetben az igények felmérését követően a tervezést, a készülék kiválasztásokat és a méretezéseket fogom elvégezni.

7 TERVEZÉSI FELADAT

7.1 Objektum bemutatása és a rendszer igényének felmerülése

Otthonom egy XI. kerületi újépítésű társasház földszinti lakása, melynek alapterülete 115 m^2. A háztartás havi villamosenergia fogyasztása átlagosan 307 kWh. Az otthoni napelemes kiserőmű igénye már korábban is felmerült a családomban a számos állami támogatással kapcsolatos pályázati lehetőség hallatán. A rendszer üzembe helyezésével energiahatékonyságra, számlacsökkentésre, valamint az elektromos autó közvetlen töltéséhez szükséges áram előállítására tehetünk szert. Lakásunk jelenlegi energiaellátása egy fázison keresztül valósul meg. A közeljövőben teljesítménybővítés is tervben van annak érdekében, hogy a Volkswagen ID3 1st edition elektromos autó töltésének lehetősége a már korábban megvásárolt 3 fázisú töltőn (ID. Charger Pro – powered by Elli) keresztül történhessen.

A megvalósítással kapcsolatos elképzelés egy olyan háztartási méretű napelemes kiserőmű tervezése és kivitelezése volt, amelynek speciálisan erre a célra kialakított tartószerkezetének tetejét, héjazatát napelem modulok képezik, és rendeltetés szerinti funkciója autóbeálló. A létesülő rendszer tervezését befolyásoló főbb jellemzőket a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat A telepítési hely adottságai *(A szerző saját szerkesztése)*

Rendszer alapvető adottságai	
Létesítés helye	1112, Budapest Facsemete utca 16.
Telepítési hely tájolása	DK (Azimuth= -45°)
Dőlésszög	12°
Tetőszerkezet típusa	Fél nyeregtető (Al szerkezet)
Hálózati csatlakozás	Egyfázisú

7.2 A rendszer méretének meghatározása

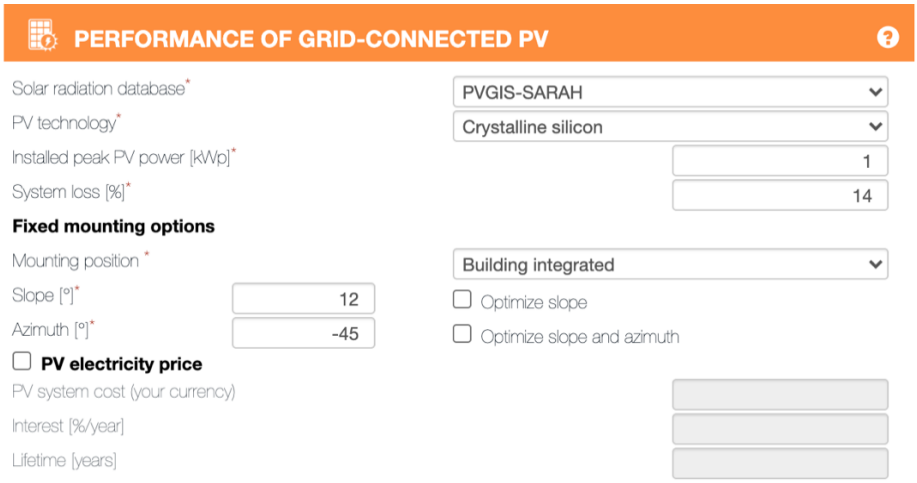
Korábban a dolgozat 5. fejezetében bemutattam a háztartási méretű napelemes rendszerek alkalmazási módjának két típusát és azok jellemzőit. A szaldós elszámolás és pályázat nyújtotta lehetőségek kihasználásának érdekében hálózatra kapcsolt erőművet tervezek.

A méretezést kétféleképpen lehet megközelíteni: a rendszer lehet termelés- vagy méret optimalizált. Az utóbbi esetében a rendszer méretét a létesítmény fizikai adottságai, míg előbbinél az éves fogyasztást fedező termelés mértéke határozza meg.

Esetemben méret optimalizált elven indul a tervezés, hiszen az autóbeálló (egyben tartószerkezet) a rendszer tervezésekor már elkészült, mivel maximális mérete a telepítési hely adottságaiból adódóan előre meghatározott volt. A tartószerkezetet egy gyártásban jártas cég kivitelezte, aki előzetesen már tisztában volt a telepítendő panel pontos típusával és annak befoglaló méretével.

Alapvetően egy ilyen rendszert úgy érdemes méretezni, hogy 1 év alatt képes legyen annak az energiának a megtermelésére, amennyit ezen időszak alatt elfogyaszt az objektum. Egy optimálisan tájolt déli (azimuth=0°), 20-35° dőlésszögű 1 kW_p beépített teljesítményű rendszer durván 1200-1250 kWh villamosenergia megtermelésére alkalmas éves szinten. Esetem eltér az ideálistól, ezt a PVGIS hozamkalkuláló szoftver eredményei is megerősítik (1. sz. melléklet).

Az alábbi adatokat adtam meg a Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) hozamszámító szoftverében:



19. ábra PVGIS szoftverbe táplált adatok *[33]*

Egyszerűség kedvéért a kalkulációt 1 kW csúcsteljesítményre elvégezve a megállapítás az, hogy 1 kW_p beépített teljesítmény 1 év alatt 1060 kWh energia előállítására képes az objektum adottságaiból adódó veszteségek figyelembevételével.

Ahogyan azt korábban is említettem, villamosenergia fogyasztásunk havi szinten 307 kWh, ez éves szinten körülbelül 3684 kWh fogyasztott energia mennyiséget jelent.

A két adat ismeretében behatárolható a háztartás villamosenergia fogyasztását kiváltó napelemes rendszer mérete az alábbi számítási módon:

$$Szükséges\ rendszer\ teljesítmény = \frac{Éves\ összfogyasztás\ [kWh]}{Éves\ megtermelt\ energia\ [kWh]}\ x\ 1\ kW_p$$

Az adatokat behelyettesítve:

$$Szükséges\ rendszer\ teljesítmény = \frac{3680\ [kWh]}{1060\ [kWh]}\ x\ 1\ kW_p\ ,$$

tehát:

$$Szükséges\ rendszer\ teljesítmény = 3{,}5\ kW_p.$$

A megállapítás tehát az, hogy egy P_{DC}=3,5 kW_p beépített teljesítményű rendszer képes a háztartás jelenlegi 1 év leforgása alatt fogyasztott energiamennyiségének fedezésére.

A jövőbeni elektromos autótöltő berendezés felszerelésével, a tervezett teljesítménybővítéssel, a várható fogyasztás növekedés mértékével, valamint a tartószerkezet adott kialakításából következő paraméterekkel kalkulálva egy nagyobb, 4,44 kW_p teljesítményű rendszer tervezését fogom bemutatni.

7.3 Berendezések kiválasztása és méretezése

Az igények és a létesítmény adottságainak felmérését követően ebben a fejezetben a fotovoltaikus kiserőmű rendszerkomponenseinek megválasztására kerül sor. A tervezés első körében fontos a megfelelő, DSO által jóváhagyott készülék kiválasztások megtétele. Továbbá a berendezések megválasztásakor számos, az adott készülékre jellemző szempontot is figyelembe kell venni.

7.3.1 Napelem kiválasztása

A DC oldali teljesítmény meghatározása után egy, a tartószerkezetbe való rögzítésre alkalmas napelemmodult kell választani. A PV modul kiválasztását érintő általános szempontokat a dolgozatom 4.2. fejezetében ismertettem. A panelek kiválasztásakor a villamos minőségi jellemzőkön kívül pár speciális szempont is volt: a panel a tartószerkezet kialakításhoz illeszkedő dimenziókkal rendelkezzen és a beszerzése könnyen, olcsón és gyorsan történjen. A feltételek alapján így a BSD-G60MP9PHS-370 napelem modulok kiválasztására és tényleges beszerzésére került sor. A berendezés teljes adatlapja az 2. sz. mellékletben megtekinthető. A 3. táblázat a választott napelem modul főbb műszaki paramétereit ismerteti.

3. táblázat A választott BSD gyártmányú napelem főbb műszaki paraméterei *(A szerző saját szerkesztése)*

BSD-G60MP9PHS-370 (STC paraméterek)	
Maximum teljesítmény (Pmax) [W]	370
Feszültség csúcsteljesítményen (Vmpp) [V]	34,42
Áram csúcsteljesítményen (Impp) [A]	10,75
Kapocsfeszültség (Voc) [V]	40,81
Rövidzárási áram (Isc) [A]	11,54
Panel hatásfok (%)	20,00
Rövidzárlati áram hőmérséklet együttható (α_Isc) [%/°C]	0,057
Kapocsfeszültség hőmérséklet együttható (β_Voc) [%/°C]	-0,263
Maximum teljesítmény hőmérséklet együttható (γ_Pmpp) [%/°C]	-0,347
Maximális rendszer feszültség (DC) [V]	1500

Korábban definiáltam a tervezett napelemes rendszer DC teljesítményét (4,44 kW_p). Most a választott modul teljesítményének figyelembevételével kiszámítom a szükséges napelem darabszámot.

$$Napelemek\ száma = \frac{Rendszer\ teljesítmény\ [W_p]}{Napelem\ névleges\ teljesítménye\ [W_p]}$$

$$Napelemek\ száma = \frac{4440\ [W_p]}{370\ [W_p]}$$

$$Napelemek\ száma = 12$$

Tehát 12 db, BSD gyártmányú 370W-os panel képes a 4,44 kW_p teljesítmény előállítására. Folytatásként az inverter kiválasztáson keresztül meghatározom a rendszer csatlakozási teljesítményét.

7.3.2 Inverter kiválasztása

A termelő berendezés elemei közül kizárólag az alkalmazható inverterre van előírás. Az inverterek működését, valamint kiválasztási kritériumait a 4.3. pontban alaposan részleteztem. A korábban ismertetett szempontokat és az otthoni hálózat kialakítását szem előtt tartva a választásom a Huawei-SUN2000-3.68KTL-L1 típusú inverterre esett.



20. ábra Huawei-SUN2000 -3.68KTL-L1 típusú inverter

4. táblázat A választott inverter főbb műszaki adatai *(A szerző saját szerkesztése)*

Huawei SUN2000-3.68KTL-L1	
Gyártó	Huawei
Maximális hatásfok	98,4 %
Bemenet	
Ajánlott maximális (PV) teljesítmény	5520 Wp
Üzemi feszültség tartomány	90 – 560 V
Maximális bemeneti feszültség	600 V
Maximális bemeneti áram / MPPT	12,5 A
MPPT követők száma	2
Kimenet	
Hálózati csatlakozás	Egyfázisú
Névleges teljesítmény	3680 W
Maximális látszólagos teljesítmény	3680 VA
Maximális kimeneti áramerősség	16 A
Névleges AC hálózati frekvencia	50 Hz / 60 Hz
Állítható teljesítménytényező	0,8 induktív ..... 0,8 kapacitív
Maximális teljes felharmonikus torzítás	< 3%

A berendezés teljes adatlapja a 3. sz. mellékletben megtekinthető. Továbbá az elosztó hálózati engedélyes (DSO) által javasolt, így az inverteren is alkalmazott védelmi beállítási értékek az 14. sz. mellékletekben táblázatos formában megtalálhatók.

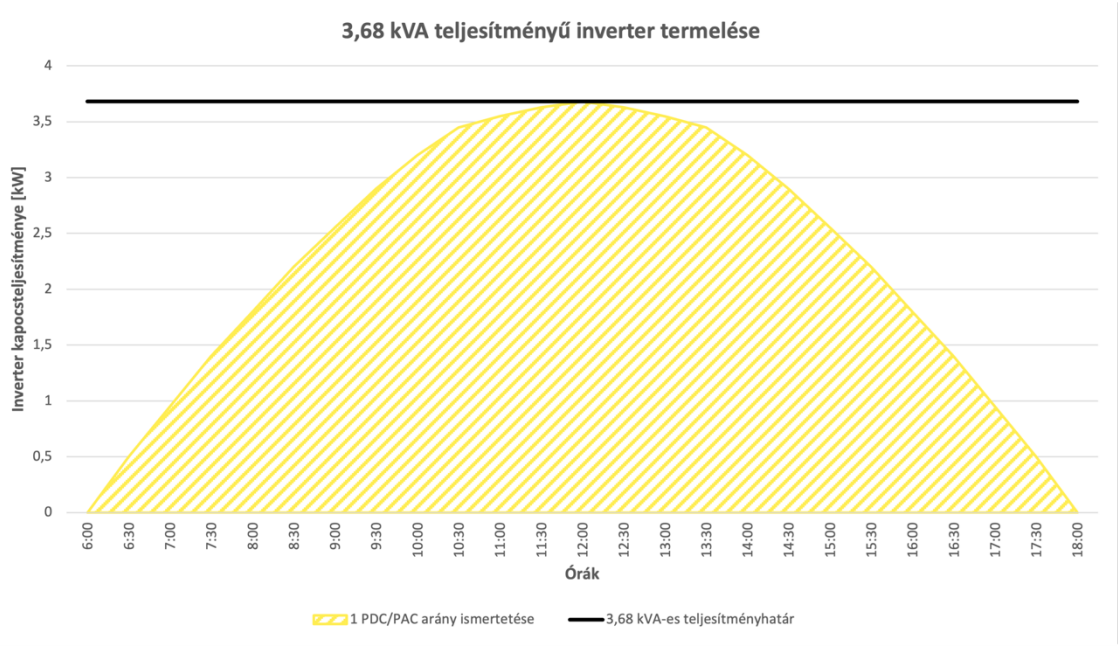
A jelen beruházás esetében alkalmazott inverter megfelel az elosztó hálózati engedélyes elvárásainak. Fontos megjegyeznem, hogy a tervek leadása és elfogadása óta az elosztói szabályzat módosult és mára az alábbi csatlakozási feltételt deklarálja:

„Egyfázisú termelőegység 2,5 kVA-ig csatlakoztatható a kisfeszültségű hálózatra, 2,5 kVA felett csak 3 fázisú csatlakoztatás a megengedett. Több inverterből kialakított háromfázisú HMKE esetén a fázisaszimmetria maximum 2,5 kVA lehet. „ [34]

Felvetődhet a kérdés, hogy vajon miért tervezek 4,44 kW_p beépített teljesítményre egy 3,68 kVA-es invertert. A következő pontban erre adok kielégítő választ.

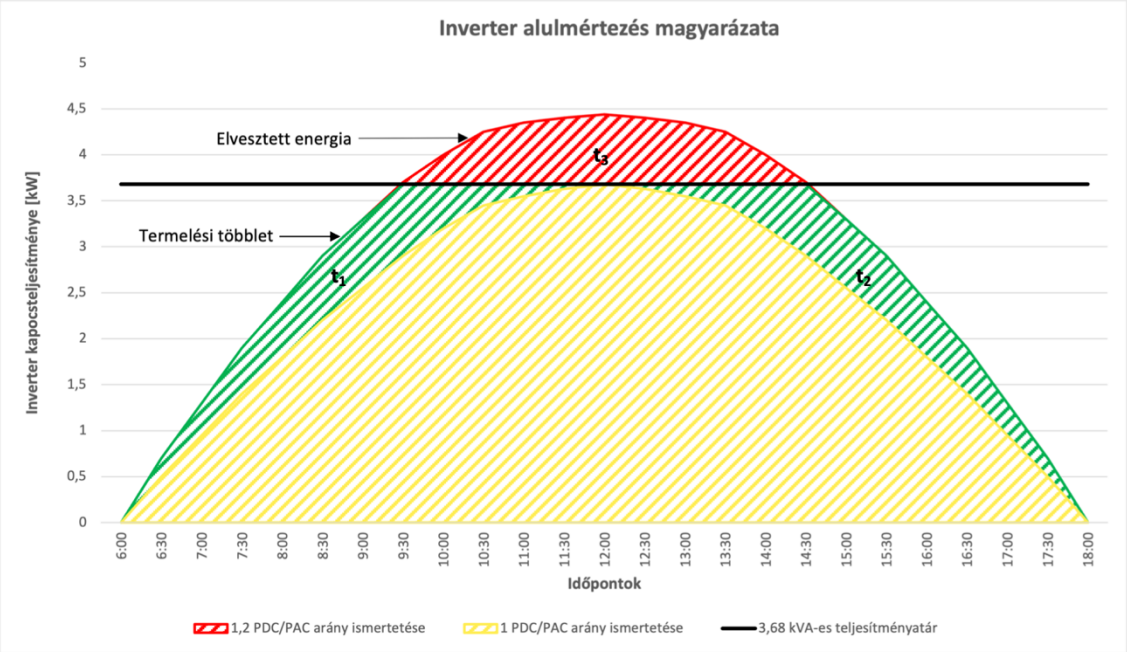
7.3.3 DC oldali túlméretezés

Az energiatermelés maximalizálásának érdekében az invertereket gyakorlatban az egyenáramú oldalhoz képest alul szokás méretezni. Ez lényegében azt jelenti, hogy a beépített napelemek névleges teljesítményének az inverter névleges kapocsteljesítményénél nagyobbnak kell lennie. Az erre alkalmazandó mutatót a P_{DC}/P_{AC} arányként szokás jelölni. A DC oldali túlméretezés elvi lényege abban rejlik, hogy a nap folyamán az inverterek többnyire csak részterhelésen működnek, így a jobb kihasználtság érdekében megéri egy nagyobb beépített napelem teljesítményt kapcsolni rájuk. [15]



21. ábra P_{DC}/P_{AC}=1 arányú termelés *(A szerző saját szerkesztése)*

A fenti diagramm egy ideális P_{DC}/P_{AC}=1 arányú háztartási méretű kiserőmű teljesítménygörbéje látható. Esetemben az erőmű maximális betáplálási teljesítménye 3,68 kVA. A sárgán sraffozott terület az inverter elmenő kapcsán leadott energia mennyiséget, vagyis a teljesítménygörbe időszerinti integrálját jelöli. Ahogyan azt fentebb is említettem egy nap során az inverterek részterhelésen működnek, így névleges teljesítményüket csak a maximális besugárzási időszakban képesek elérni. A DC oldali 20%-os javasolt túlméretezés jelentőségét a következő teljesítménygörbe alakulása egyértelműen szemlélteti.



22. ábra P_{DC}/P_{AC} =1,2 arányú termelés *(A szerző saját szerkesztése)*

A P_{DC}/P_{AC}=1,2 rendszer termelése szemmel láthatóan drasztikus teljesítmény javulást eredményez. Tudniillik a megengedett csatlakozási teljesítmény feletti betáplálást az inverterek leszabályozzák (pirossal sraffozott terület), így ezt az energia mennyiséget a rendszertulajdonos akaratán kívül elveszti. Jó hír azonban, hogy ezzel egyidejűleg termelés szempontjából jelentős többlettre tehet szert (zölddel sraffozott terület). Tisztán látható, hogy $t_1 + t_2 > t_3$. Továbbá az is, hogy az inverter egy jóval nagyobb időintervallumon keresztül lesz képes a névleges teljesítményén üzemelni a megfelelő kihasználtság érdekében.

Az elmondottak alapján tehát a tervezés és készülék kiválasztás egyik kulcsmomentumához érve fontos megállapítanom egy optimális DC/AC %-os teljesítmény arányt. Ez az alábbi számítási módon végezhető:

$$Arányszám = \frac{DC\ teljesítmény\ [kVA]}{AC\ teljesítmény\ [kW_p]} * 100$$

$$Arányszám = \frac{3{,}68\ [kVA]}{4{,}44\ [kW_p]} * 100$$

$$Arányszám = \mathbf{120{,}6\%}$$

Egy gyakorlati „ökölszabály” a napelemes tervezés és kivitelezés iparának világában azt mondja ki, hogy az ideális rendszer 20-25%-al túl van méretezve DC oldalról az AC-hoz képest. Az esetemben tehát tervezés szemszögből tekintve a megállapítás az, hogy a teljesítmény kihasználás maximalizálásának szempontjából a rendszer kitűnően méretezett, hiszen az arányszám értéke pontosan P_{DC}/P_{AC}=1,2. Ezáltal habár Huawei inverterem szabályozás keretein belül a karakterisztika tetejét levágni kényszerül majd, a megfelelő teljesítményarány megválasztásával számottevő többlet energiatermelésre tehetek szert (22. ábra).

7.4 Sztringméretezés

A napelemek sorba fűzésével sztringeket alakítunk ki. Soros kapcsolás következtében az üresjárási feszültségek (Voc) összegződnek, míg rövidzárási áram értéke (Isc), a modul adatlapján feltüntetett áramértékkel egyezik meg. Mivel ezen sztringek az inverter bemeneti kapcsain csatlakoznak, ezért szükséges megállapítani a minimális és maximális sztringhosszat. Célom kideríteni azt, hogy a napelem sztringek áram és feszültségértékei az inverter működési tartományán belül esnek-e.

A magyarországi időjárásviszonyokat szem előtt tartva a méretezést T_{min}= -15°C és T_{max}= +70°C-on végzem. A választott modul kapocsfeszültség hőmérsékleti együtthatója: Tk_{Voc} = -0,263 [%/°C].

Sztringméretezéskor első körben a választott BSD-G60MP9PHS-370 modul minimális feszültségét (Voc_{min}) kell meghatározni. Magas hőmérséklet esetén, amikor a PV modul melegszik azt tapasztalható, hogy csökken a hatásfoka és ezzel együtt a produkált feszültségszint is. Ennek kiszámításához az alábbi képletre lesz szükség:

$$Voc_{min} = Voc * [\ 1 + \left((T_{max} + T_{add} - T_{STC}) * \left(\frac{Tk_{Voc}}{100} \right) \right)]$$

Ahol:

Voc_{min}: Legkisebb várható modulfeszültség a legmagasabb hőmérséklet esetén [V]

V_{oc}: Modul kapocsfeszültsége, adatlap alapján [40,81 V]

T_{max}: A telepítési helyen fellépő maximális környezeti hőmérséklet [70°C]

T_{add}: Az installációs metódushoz köthető hőmérséklet [30°C]

T_{STC}: A hőmérséklet szabványos vizsgálati körülmények között [25°C]

Behelyettesítve:

$$Voc_{min} = 40{,}81\ V * [\ 1 + \left((70℃ + 30℃ - 25℃) * \left(\frac{-0{,}263}{100}\right)\right)\ ] = 32{,}76\ V$$

Az inverter minimum MPPT működési feszültségének ismeretében (InverterV_{min}) meghatározható a minimális sztringhossz:

$$Minimális\ sztringhossz = \frac{InverterVmin}{Voc_{min}}$$

Képletbe helyettesítve:

$$Minimális\ sztringhossz = \frac{90\ V}{32{,}76\ V} = 2{,}7 = \sim \mathbf{3\ modul}$$

Az inverter adatlapja szerint az indulási feszültségszint 100 V. Erre újfent kiszámolva a szükséges minimális sztringhosszat az eredmény 3,05. A kapott eredmény nem változtat érdemben a 3 modulos minimális sztringhosszon.

Alacsony hőmérséklet esetén a tapasztalat ellenkező. A hőmérséklet csökkenése a kapocsfeszültség növekedését eredményezi.

Meghatározom a maximális sztringhosszat ugyanezen elven a legalacsonyabb hőmérsékletre:

$$Voc_{max} = Voc * [\ 1 + \left((T_{min} - T_{STC}) * \left(\frac{Tk_{Voc}}{100}\right)\right)\ ]$$

$$Voc_{max} = 40{,}81\ V * [\ 1 + \left((-15℃ - 25℃) * \left(\frac{-0{,}263}{100}\right)\right)\ ] = 45{,}1\ V$$

Az inverter maximális bemeneti feszültségének (InverterV_{max}) ismeretében a megengedett maximális sztringhossz:

$$Maximális\ sztringhossz = \frac{InverterVmax}{Voc_{max}}$$

$$Maximális\ sztringhossz = \frac{600\ V}{45{,}1\ V} = 13{,}3 = \sim\mathbf{13\ modul}$$

A választott termelőberendezés elemekkel történő megvalósítás esetében, minimum három és maximum 13 modulból álló sztring alakítható ki biztonsággal. A tervezés során így 12 db 370W-os modulból álló, egy sztringes kialakítás kerül megvalósításra.

A sztringméretezési számítások alapját a Mayfield Renewables internetes forrás képezi. [35]

7.4.1 Sztring villamos jellemzőinek vizsgálata

Sztringfeszültség vizsgálata:

A 12 db modul soros kapcsolásának következtében a sztring feszültsége:

$$Sztringfeszültség = Modul\ darabszám * Voc$$

$$Sztringfeszültség = 489{,}72\ V = \sim 490\ V$$

Az inverter maximális bemeneti feszültsége: 600 V.

Tehát: $U_{sztring} < U_{inverter(be)}$ ⟶ Megfelel!

Sztringáram vizsgálata:

Egy modul rövidzárlati árama I_{sc} = 11,54 A. Ezen amperitás a panelek soros felfűzéséből adódóan a fellépő maximális árammal megegyező.

Az inverter maximális bemeneti árama/MPPT: 12,5A.

Tehát: $I_{sztring(\max)} < I_{inverter(be)}$ ⟶ Megfelel!

Sztringteljesítmény vizsgálata:

A teljes rendszer DC oldali teljesítménye 4440 W_p.

Az inverter adatlapján feltüntetett maximális bemeneti teljesítmény: 5525 W_p.

Tehát: $P_{sztring} < P_{inverter(be)}$ ⟶ Megfelel!

A következtetés tehát, hogy a sztringen jelentkező feszültség és teljesítmény jellemzők, valamint a zárlatakor fellépő áramérték belefér az inverter által szabott határokba. Ezáltal

a napelemes sztring teljes biztonsággal illeszthető a választott Huawei SUN2000-3.68KTL-L1 típusú inverterhez. A sztring villamos paramétereit a 14. sz. melléklet tartalmazza.

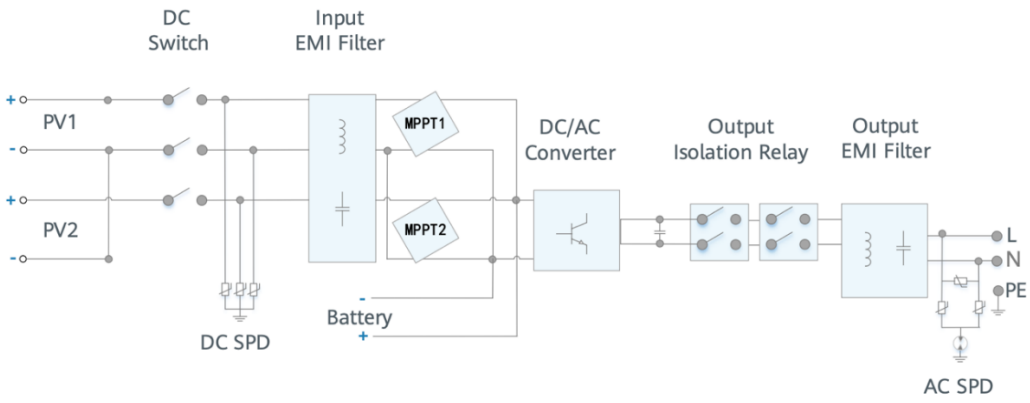
7.5 Védelmi készülékek kiválasztása

Az energiatermelő berendezéseket számos különböző rendeltetésű védelemmel kell ellátni. Előfordulhat például, hogy villámkisülések hatására a villamos vezetékekben túlfeszültség indukálódik. Ezáltal a károk elkerülésének érdekében a villamos rendszerekbe egyen- és váltakozóáramú oldalon egyaránt túlfeszültség-védelmi készülékeket (SPD - Surge Protection Device) építenek be. Cél a különböző védelmi eszközök otthoni hálózatba való integrálásával megakadályozni a hálózati rendellenességek esetén jelentkező rendszert és személyt érintő károsodásokat. A védelmi készülékek kiválasztásait az MSZ HD 60364-7-712:2016 szabvány szerint végzem.

7.5.1 DC oldali védelmek kiválasztása

A Huawei inverter DC oldali túlfeszültség-védelméért gyárilag beépített II-es típusú túlfeszültség levezető felel. Ezáltal a fentebb említett szabvány 712.534.102. pontja alapján el lehet tekinteni további kiegészítő túlfeszültséglevezető alkalmazásától. Az egyenáramú oldal galvanikus leválasztása az inverterbe telepített PV főkapcsolón (tűzeseti leválasztókapcsolón) keresztül végezhető. Az inverterbe integrált szigetelésfigyelő eszköz (IMD – Insulation Monitoring Device) alkalmas a szigetelési hibák észlelésére. Továbbá a szabvány kimondja, hogy egy PV modulsorból álló rendszer esetén nincs szükség túláramvédelmi eszközre. Így a DC dobozba szerelendő

berendezések szerepét az inverterbe integrált védelmek teljeskörűen ellátják. Az alábbi ábrán látható az inverterem áramköri rajza:



23. ábra Az inverter adatlapján feltüntetett kapcsolási rajz

7.5.2 AC oldali védelmek kiválasztása

AC túlfeszültségvédelem

Előírás szerint az AC oldalon túlfeszültséglevezető (SPD) alkalmazása kötelező. A túlfeszültségvédelemnek általános esetben II-es vizsgálati osztályúnak kell lennie. A szabvány 712.534.103. pontja szerint azáltal, hogy az SPD táppontja az invertertől nem haladja meg a 10 m-t, nem szükséges az inverter közvetlen közelébe további túlfeszültségvédelmet szerelni. A túlfeszültségvédelem feladatának ellátására az AC dobozba egy Weidmüller gyártmányú, VPU AC I 1+1 300/12.5 típusú túlfeszültséglevezetőt választok. A választott készülék 1500 VDC védelmi szintű és kifejezetten fotovoltaikus alkalmazásokhoz tervezett. A készülék adatlapját a 4. sz. melléklet tartalmazza.



24. ábra Weidmüller-VPU AC I 1+1 300/12,5 *[38]*

AC túláram- és zárlatvédelem

A napelemes váltakozó áramú tápkábelt a zárlati áram hatásaitól túláramvédelmi eszközzel kell védeni. A szabványban megfogalmazottak alapján választáskor az inverter maximális kimeneti áramát kell figyelembe venni, azaz egy 16A névleges áramú védelmi készüléket kell telepíteni. Az AC dobozba választott kismegszakító típusa: Legrand - RX3 1P C16 6000A BIC 419202. Az eszköz adatlapját a 5. sz. melléklet tartalmazza.



25. ábra Legrand-RX3 1P C16 6kA *[39]*

AC leválasztókapcsoló

Az inverter karbantartásának biztosítása céljából a váltakozóáramú oldalon is kötelező a galvanikus leválasztást biztosítani. A tűzeseti leválasztókapcsoló kiválasztása a 7.5 pontban említett szabvány, valamint a MSZ 447:2019 és a TvMI 6.2. pontja szerint történt. A biztonságos leválasztás érdekében az OMU System SMD 332DI 3P 32A moduláris forgócsapos kapcsolót választottam. A választott készülék adatlapja a 6. sz. mellékletben megtekinthető.



26. ábra OMU-SMD 332DI 3P 32A *[40]*

Lakáselosztóban elhelyezett túláramvédelem

A lépcsőzetes védelmi működés és szelektivitás kialakításának érdekében az AC dobozban lévő túláramvédelmi készülékhez képest késleltetett kioldású vagy magasabb névleges áramértékű megszakítót kell az elosztóban alkalmazni. Ezáltal az inverternél történő hiba fellépésekor az AC dobozban lévő védelem old elsőként. A választásom a Legrand – RX3 1P C20 6000A BIC 419203 típusú kismegszakítóra esett. Az eszköz adatlapja az 5. sz. mellékletben megtekinthető.



27. ábra Legrand-RX3 1P C20 6kA *[41]*

7.6 Vezetékek méretezése

Napelemes rendszerek esetében a vezetékméretezési feladatot egyenáramú (DC) és váltakozóáramú (AC) oldalra egyaránt el kell végezni. A méretezés során három vezetékszakaszon vizsgálódok. Az első szakasz a generátor-mező és az inverter közötti kábel (DC oldal). A második az inverter – AC doboz, míg a harmadik az AC doboz - lakáselosztó kapcsolata (AC oldal). A méretezéseket a MSZ 2364-523:2002, valamint az MSZ 447:2019 szabvány figyelembevételével kell végezni.

7.6.1 Egyenáramú (DC) vezeték méretezése

A generátor-mező és az inverter összekapcsolása egyenáramú kábelek alkalmazásával történik. Korábban ismertettem, hogy a gyakorlatban alkalmazott sztenderd szolár kábel 4mm^2-es keresztmetszettel rendelkezik. A kábelek megfelelősségét azonban feszültségesésre, valamint terhelhetőségre egyaránt ellenőrizni kell. Az egyenáramú kábelekre vonatkozó követelményeket és jellemzőket a dolgozatom 4.5. pontjában ismertettem. A DC kábelek méretezésénél a szabvány által tolerált százalékos feszültségesés mértéke: ε=1%.

A számításhoz felhasznált adatok:

$U_{sztring}$ = 34,42 V * 12 = 413 V (Napelemes sztring munkaponti feszültsége)

I_{mpp} = 10,75 A (Napelem modul munkaponti árama)

l = 20 m (Sztringkábel hossza)

$\rho_{réz}$ = 0,0178 Ωmm^2/m (Réz fajlagos ellenállása)

Első körben meg kell határozni a mértékadó feszültségesést (e') a megengedett százalékos feszültségesés (ε) ismeretében.

Egyenfeszültségű táplálás esetén a számítás az alábbi:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_{sztring}}{2} = \frac{1}{100} * \frac{413\,V}{2} = 2{,}065\,V$$

Ezt követően meghatározzuk a szükséges keresztmetszet az alábbi formulával:

$$A_{szükséges} \geq \frac{\rho * I_{SC} * l}{e'} = \frac{0{,}0178 \frac{\Omega mm2}{m} * 10{,}75\,A * 20\,m}{2{,}065\,V} = 1{,}85\,mm^2$$

$$A_{szükséges} = \mathbf{2{,}5\ mm^2}$$

Ezt követően ellenőrizni kell a választott keresztmetszetű kábelt áramterhelhetőség szempontjából. Ezt az 7. sz. mellékletből olvashatjuk ki, mely az egyes keresztmetszetekre vonatkozó megengedett terhelést szemlélteti.

Az ellenőrzést követően a megállapítás az, hogy egy 2,5 mm^2 keresztmetszetű szolár kábel ugyan elegendő lenne, azonban a panelokra már gyártáskor felszerelt, valamint a kereskedelemben értékesített legkisebb kábel típus ettől nagyobb. Így 4 mm^2 keresztmetszetű és 20 m hosszúságú, duplán szigetelt DC kábeleket választottam. Választott kábel típusa: H1Z2Z2-K 1x4 mm^2.

7.6.2 Váltakozó áramú (AC) vezetékek méretezése

A váltakozóáramú vezetékek méretezését az inverter – AC doboz és a AC doboz – lakáselosztó közötti vezetékszakaszra egyaránt elvégzem. A méretezés során a szükséges keresztmetszetet az MSZ 2364-523:2002 szabványban szereplő megengedett áramterheléseket definiáló táblázat alapján határozom meg a választott védelmi eszköz figyelembevételével. Ezt követően az eredmények helyességét feszültségesésre ellenőrzöm. Szabvány szerinti megengedett feszültségesés százalékos mértéke ε=1 %.

Inverter – AC doboz közötti vezetékszakasz méretezése

Az inverter maximális kimeneti áramát figyelembe véve az AC dobozba lévő túláramvédelmet a dolgozatom 7.5.2. pontjában 16A névleges értékűre választottam. Így az említett megengedett áramterheléseket összefoglaló táblázat (7. sz. melléklet) alapján 16 A maximális áramerősség esetén, a választott védelemhez, 2,5 mm^2 keresztmetszetű réz vezetékre van szükség.

A számításhoz felhasznált adatok:

U_f=230 V (Névleges fázisfeszültség)

I = 16 A (Inverter maximális kimeneti árama)

l_1 = 1 m (Invertert és AC dobozt összekötő vezetékszakasz hossza)

A = 2,5 mm^2 (Áramterhelhetőség alapján meghatározott vezeték keresztmetszet)

$\rho_{réz}$ = 0,0178 $\frac{\Omega mm^2}{m}$ (Réz fajlagos ellenállása)

A feszültségesés egyfázisú hálózat esetén:

$$e' = \frac{\rho * I * l_1}{A} = \frac{0{,}0178\ \frac{\Omega mm^2}{m} * 16\ A * 1\ m}{2{,}5\ mm^2} = 0{,}114\ V$$

Így a feszültségesés százalékos értéke:

$$\varepsilon = \frac{2 * e'}{U_f} * 100 = \frac{2 * 0{,}114\ V}{230} * 100\ = 0{,}09\ \%$$

Az így kapott feszültségesés jóval a megengedett 1%-os tűréshatár alatti, hiszen értéke 0,1%. A választott 2,5mm^2 keresztmetszetű kábel így biztonsággal alkalmazható kivitelezéskor. A választásom H07RN-F (GT gumikábel) 3x2,5mm^2 típusú külső környezeti hatásoknak ellenálló kábelre esett.

AC doboz – Lakáselosztó közötti vezetékszakasz méretezése

Ahogyan korábban említettem, a védelmek szelektív működésének biztosítása érdekében a lakásban található elosztónál 20A névleges áramú kismegszakítót kell alkalmazni. A 7.6. pontban ismertetett szabvány alapján a választott túláramvédelmi eszköz használatakor 4 mm^2 keresztmetszetű vezeték alkalmazása válik szükségessé. A táblázatról leolvasható, hogy a meghatározott keresztmetszet a legkedvezőtlenebb esetet vizsgálva is megállja a helyét terhelés szempontjából.

A számításhoz felhasznált adatok:

U_f=230 V (Névleges fázisfeszültség)

I = 16 A (Inverter maximális kimeneti árama)

l_2 = 2 m (AC dobozt és lakáselosztót összekötő vezeték hossza)

A = 4 mm^2 (Áramterhelhetőség alapján meghatározott vezeték keresztmetszet)

$\rho_{réz} = 0{,}0178\ \frac{\Omega mm^2}{m}$ (Réz fajlagos ellenállása)

A feszültségesés mértéke a vizsgált szakaszon:

$$e' = \frac{\rho * I * l_2}{A} = \frac{0{,}0178\ \frac{\Omega mm^2}{m} * 16\ A * 2\ m}{4\ mm^2} = 0{,}142\ V$$

Tehát a feszültségesés százalékos mértéke:

$$\varepsilon = \frac{2 * e'}{U_f} * 100 = \frac{2 * 0{,}142\ V}{230} * 100\ = 0{,}12\ \%$$

Az AC dobozt és fő elosztót összekötő vezetékszakaszon fellépő százalékos feszültségesés 0,12 %. Az így kapott feszültségesés jócskán belefér a megengedett 1%-os tűréshatárba. Tehát a választott 4 mm^2 keresztmetszetű kábel biztonsággal alkalmazható szereléskor. A választott PVC- érszigetelésű és külső köpenyű kábel típusa: H05VV-F (MT) 3x4mm^2.

Az AC kábel útja az inverterből az AC leválasztón keresztül, a lakásban lévő elosztóba vezet. Ezáltal az l = 3 m hosszú vezetékszakasz tényleges feszültségesését a két szakasz feszültségesésének összege adja. Ebből az következik, hogy a teljes AC kábelszakaszon jelentkező feszültségesés százalékos mértéke 0,21 %. Tehát a választott keresztmetszetű kábelek megfelelnek, hiszen 0,21% < 1 %.

7.7 Tartószerkezet kiválasztása

A koncepció az, hogy az árnyékolószerkezetként funkcionáló napelemes gépkocsibeálló tetőszerkezetére rögzítjük a paneleket úgy, hogy a tetőhéjazatot maguk a modulok képezik. A tartószerkezet két alumíniumeleme közé illeszkedő BSD panel dimenziói: 1048 mm x 1765 mm x 35 mm. Keretenként átlagosan 1-1,2 cm dilatációs hézag biztosított a panelek éleinél a tartószerkezetet képező zártszelvényű alumínium szarufákra helyezett rögzítő elemekhez viszonyítva. A panelek rögzítése vízzáró tömítést biztosító gumibetétes lezárólécekkel van megoldva. Maguk a napelem modulok is hasonló típusú gumibetéteken fekszenek. Az igénybevétel a panel súlyából (21+/-1 kg) és méretéből, 1765 mm hosszából adódóan körülbelül 5,1 m -en 63 kg vonalszerű

megoszló terhelést jelent. Ez önmagában igen csekélynek mondható, hisz a lehetséges hóterheléssel együtt sem haladja meg a tartószerkezet eredeti célja szerinti üvegbetétes megoldásának terhelését. Ennek statikai megfelelősségére a gyártó/kivitelező garanciát vállalt. A tartószerkezet az ALIPLAST ALIVER 2000+ alumínium tetőrendszer elemeiből épül fel.



28. ábra Tartószerkezet és napelem modulok

Érintésvédelmi szempontból nagyobb fémfelületek esetén a szerkezet egyenpotenciálra hozása elengedhetetlen. Így a napelem panelek ezen célra szolgáló kötési helyei 6 mm^2 keresztmetszetű (zöld-sárga) vezetékkel kerültek összeköttetésre. Az így kialakított rendszert az AC dobozban lévő PE sínre szükséges csatlakoztatni az EPH csomóponton keresztül, annak érdekében, hogy érintésvédelmi szempontból megfelelő legyen a telepített rendszer.

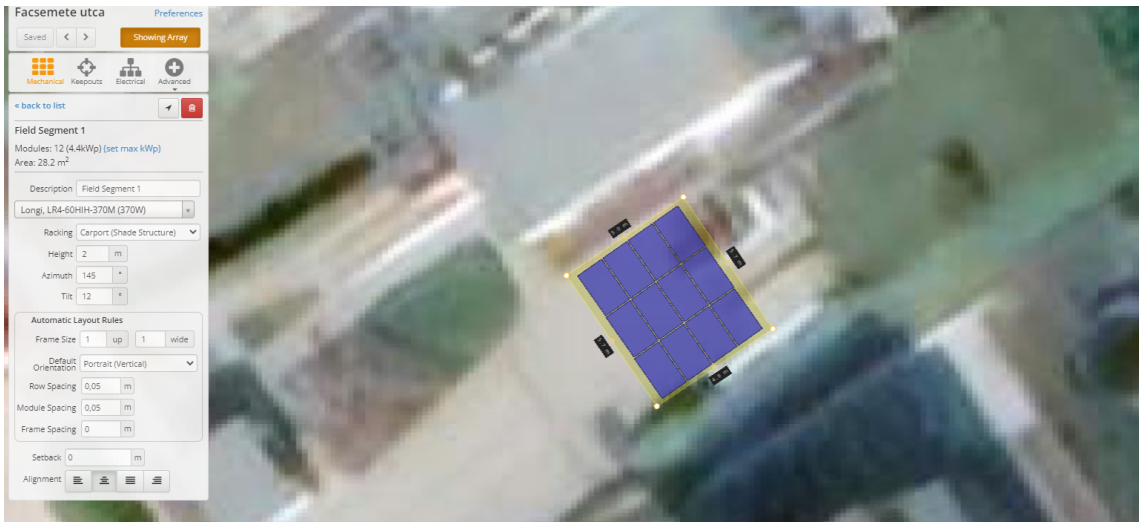
7.8 Villámvédelem

A társasház rendelkezik az MSZ EN 62305 szabványsorozat szerint kialakított villámvédelmi rendszerrel (LPS – Lightning Protection System). Az építmény tetőgerincén olyan 0,5-1m-re túlnyúló felfogórendszer van elhelyezve, ami képes a

levezetőn és földelőrendszeren keresztül a villám energiájának földbe vezetésére, így a villámáram szétoszlatására. További, a napelemes rendszert érintő villámvédelmi kérdésekkel nem kellett foglalkozni, mivel a létesítmény a társasház védett terében létesült. Esetemben a fotovoltaikus rendszer telepítésének hatására nem növekszik meg az objektum károsodásának veszélye. Általánosságban a villámvédelemi rendszer kialakításának szükségességét az IEC 62305-2-ben szereplő kockázatelemzéssel kell meghatározni.

7.9 Hozamszámítás

A hozamszámítást a HelioScope szoftver szimulációjának segítségével végeztem el. A programba betápláltam kocsibeálló és egyben a napelemes rendszer tartószerkezetének dimenzióit, termelőegység lokációját és típusát, a modulok dőlésszögét és az azimuth értékét. A kalkuláció során alkalmazott panel méretei és villamos paraméterei megegyeznek a választott BSD modul jellemzőivel.



29. ábra A HelioScope szoftverébe táplált *adatok* *[36]*

A szimuláció futtatásakor a szoftver figyelembe veszi az egyes termelést befolyásoló rendszerveszteségeket, mint például árnyékhatásokból, besugárzásból, kábelezésből adódó deficiteket. Ennek eredményeképpen a HMKE éves hozama átlagosan 5020 kWh. Korábban ismertettem, hogy a háztartásunk éves villamosenergia fogyasztása 3684 kWh.

Ez azt jelenti, hogy átlagosan 1336 kWh többlettermelésre tehetnék szert éves szinten. Azonban az elektromos személyautó a keletkező többletet biztosan el is fogyasztja. A szimuláció részletes eredményét az 8. sz. melléklet tükrözi. A megvalósult rendszer termelési görbéit a 9. sz. melléklet illusztrálja.

7.10 A beruházás megtérülése

A számítás során 38 HUF/kWh bruttó áramdíjat vettem figyelembe, valamint 400 000 HUF/kW_p általános piaci árral kalkuláltam. A tervezett háztartási méretű kiserőmű beruházási költségének számítását az alábbi táblázat szemlélteti.

5. táblázat Beruházási költség *(A szerző saját szerkesztése)*

Megnevezés	Méret [kW_p]	Egységár [HUF]	Beruházási költség [HUF]
3,68 kW_{AC} teljesítményű HMKE rendszer	4,44	400 000	1 776 000

A következő táblázat megmutatja a tervezett rendszer által termelt villamosenergia mennyiségét. A termelési adatokat a HelioScope modell eredményei adták (8. sz. melléklet).

6. táblázat Termelt villamosenergia mennyisége és megtakarítás becslése *(A szerző saját szerkesztése)*

Megtérülés [év]	Villamosenergia megtakarítás [kWh/év]	Megtakarítás [HUF/év]	CO2 kibocsátás csökkentés [t]
9,3	5020	190 760	1,83

$$Megtakarítás = Villamosenergia\ megtakarítás\left[\frac{kWh}{év}\right] \times Bruttó\ áramdíj\left[\frac{HUF}{kWh}\right]$$

$$Megtakarítás = 190\ 760\ HUF$$

Így a megtérülés kiszámítható az alábbi módon:

$$Megtérülés = \frac{Beruházási\ költség\ [HUF]}{Megtakarítás\ [\frac{HUF}{év}]} = 9{,}3\ év$$

Az általam tervezett napelemes rendszer telepítésével a háztartásunk éves szinten **5020 kWh** villamosenergiát és **190 760 HUF** pénzösszeget lenne képes megspórolni. Ez a **9,3** éves megtérülési időszakra vetítve **1 776 000 HUF** megtakarítást eredményezne. A valóságban a jelenleg érvényes állami támogatások mellett a beruházási költség 50%-a megtakarítható, ezért a megtérülési idő a felére csökken.

8 ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom célja elsősorban a napenergia villamosenergia termelési célú felhasználásának ismertetése volt irodalomkutatáson és gyakorlati példán keresztül.

Egymás után górcső alá vettem a jelenlegi trendeket, a napenergia hasznosításának fizikai alapelveit, valamint a belőlük következő technológiai sokszínűséget. A dolgozatban bemutattam a napelemes rendszerek legfontosabb berendezéseit és azok működésének módját. Ismertettem a háztartási méretű napelemes kiserőmű tervezési- és engedélyeztetési folyamatait.

Teljeskörűen leírtam a tervezett háztartási méretű napelemes kiserőmű engedélyeztetését a hálózati engedélyes folyamatait követve. Részleteztem a rendszer méretezését, az elrendezés-, valamint villamos kapcsolás kialakítását. Kiválasztottam a rendszerbe illeszthető berendezéseket és védelmi készülékeket. Továbbá sztring- és vezetékméretezési számításokat is végeztem a rendszer biztonságos működésének érdekében. A dolgozatom vége felé közeledve bemutattam az autóbeállóként funkcionáló, speciális kialakítású tartószerkezetet, valamint kalkuláltam egy várható termelési hozamot. Lezárásképpen elvégeztem a beruházásra vonatkozó számításokat és megállapítottam, hogy a tervezett rendszer megtérülési ideje 9,3 év. A ténylegesen létrehozott, dolgozat beadásakor már üzemelő rendszer projektjében való részvétel segített elméleti és gyakorlati tudásomat elmélyíteni.

A dolgozat így egységes egészként röviden összegezi a háztartási méretű napelemes rendszerek létesítésének elméleti és gyakorlati alapjait.

9 SUMMARY

The aim of my thesis was mainly to present the use of solar energy for electricity generation through literature research and practical examples.

In turn, I looked at the current trends, the physical principles of generating electricity through photovoltaics and the resulting technological diversity. In the thesis, I have presented the most important equipment of solar PV systems and how they work. Also described the design and licensing processes for a domestic household solar power plant.

I have described in full the permitting process for a proposed small-scale residential PV system following the permitting process of the involved DSO. I have detailed the system sizing, layout and electrical connection design. I have selected the equipment and protection devices that can be integrated into the system. I also carried out string and wire sizing calculations to ensure the safe operation of the system. Towards the end of my thesis, I presented a specially designed support structure to serve as a carport and calculated an expected production yield. To conclude, I have done the calculations for the investment and found that the payback period for the planned system is 9,3 years. Participating in the project of the actual system that was already operational at the time of the submission of the thesis helped to deepen my theoretical and practical knowledge.

The thesis thus briefly summarizes the theoretical and practical basics of setting up a rooftop PV system as a coherent whole.

10 IRODALOMJEGYZÉK

[1] H. Róbert, „Megújuló energia,” 2011. [Online]. Available: https://docplayer.hu/1771406-Megujulo-energia-horvath-robert.html. [Hozzáférés dátuma: 20 03 2021].

[2] „2021 World Population Data Sheet,” prb.org, 2021. [Online]. Available: https://interactives.prb.org/2021-wpds/. [Hozzáférés dátuma: 10 09 2021].

[3] N. F. Minisztérium, *Nemzeti Energiastratégia 2030,* Budapest: Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012.

[4] M. S. Gábris, Csillagászati földrajz, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 1998.

[5] F. D. D. Emese, „Bevezetés a csillagászatba I.,” 2007. [Online]. Available: http://fizweb.elte.hu/download/Fizika-tanar-osztatlan/Bevezetes-a-csillagaszatba/bevcsill.pdf. [Hozzáférés dátuma: 15 06 2021].

[6] H. Márk, Szerző, *A világűr.* [Performance]. 2020.

[7] B. E. Sawe, „What Is The Earth's Energy Budget?,” 2019. [Online]. Available: https://www.worldatlas.com/articles/what-is-the-earth-s-energy-budget.html. [Hozzáférés dátuma: 20 04 2021].

[8] „Itt vannak a világ legnagyobb naperőművei,” portfolio.hu, 27 08 2018. [Online]. Available: https://www.portfolio.hu/uzlet/20180827/itt-vannak-a-vilag-legnagyobb-naperomuvei-295746. [Hozzáférés dátuma: 03 03 2021].

[9] „Óriási ütemben épülnek a napelemparkok – Új rekordokat hozhat 2021,” mnnsz.hu, 03 01 2021. [Online]. Available: https://www.mnnsz.hu/oriasi-utemben-epulnek-a-napelemparkok-uj-rekordokat-hozhat-2021/. [Hozzáférés dátuma: 25 03 2021].

[10] M. E. é. K.-s. Hivatal, „Tovább bővülhet a környezetbarát naperőmű-kapacitás,” 30 04 2021. [Online]. Available: https://www.enhat.mekh.hu/tovabb-bovulhet-a-kornyezetbarat-naperomu-kapacitas. [Hozzáférés dátuma: 10 10 2021].

[11] M. ZRt., „A magyar villamosenergia-rendszer adatai 2020,” in *ZRt., MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító*, Budapest, 2020.

[12] M. E. é. K.-s. Hivatal, „Nem engedélyköteles kiserőművek és háztartási méretű kiserőművek adatai,” 28 09 2021. [Online]. Available: http://www.mekh.hu/nem-engedelykoteles-kiseromuvek-es-haztartasi-meretu-kiseromuvek-adatai. [Hozzáférés dátuma: 18 10 2021].

[13] I. é. T. Minisztérium, „Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig,” január 2020. [Online]. Available: https://zoldbusz.hu/files/NE2030.pdf. [Hozzáférés dátuma: 25 08 2021].

[14] B. A. (CEO), Szerző, *Tiszta energia átmenet - Rendszerszintű kihívások.* [Performance]. MAVIR ZRt., 2021.

[15] K. Mertens, Photovoltaics Fundamentals, Technology and Practice, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2014.

[16] A. Smets, K. Jäger, O. Isabella, R. V. Swaaij és M. Zeman, Solar Energy - The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion Technologies and Systems, Cambridge: UIT Cambridge Ltd., 2016.

[17] „Hogyan működik a napelem?,” voyager.hu, 19 06 2013. [Online]. Available: https://voyager.blog.hu/2013/06/19/74_hogy_mukodik_a_napelem. [Hozzáférés dátuma: 20 07 2021].

[18] „Perovskites: transforming photovoltaics, a mini-review,” spiedigitallibrary.org, 06 01 2015. [Online]. Available: https://www.spiedigitallibrary.org/journals/journal-of-photonics-for-energy/volume-5/issue-1/057402/Perovskites-transforming-photovoltaics-a-mini-review/10.1117/1.JPE.5.057402.full?SSO=1. [Hozzáférés dátuma: 11 09 2021].

[19] „Napelem típusok: melyiket válasszam?,” eon.hu, 08 10 2019. [Online]. Available: https://www.eon.hu/hu/blog/napenergia/napelem-tipusok-melyiket-valasszam.html. [Hozzáférés dátuma: 15 03 2021].

[20] „What are thin film solar panels, how do they work and why aren’t they used for residential solar systems?,” solarreviews.com, 14 07 2018. [Online]. Available: https://www.solarreviews.com/blog/thin-film-solar-panels. [Hozzáférés dátuma: 08 04 2021].

[21] C. Lane, „Types of solar panels: which one is the best choice?,” 23 08 2017. [Online]. Available: https://www.solarreviews.com/blog/pros-and-cons-of-monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels. [Hozzáférés dátuma: 05 10 2021].

[22] N. R. E. Laboratory, „Best Research-Cell Efficiency Chart,” 2021. [Online]. Available: https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html. [Hozzáférés dátuma: 09 09 2021].

[23] „A PV-ipar legújabb trendjei 2021-ben – Részletes áttekintés,” solarity.hu, 2021. [Online]. Available: https://solarity.hu/blog/a-pv-ipar-legujabb-trendjei-2021-ben-reszletes-attekintes/. [Hozzáférés dátuma: 02 04 2021].

[24] J. Svarc, „Most Efficient Solar Panels 2021,” 18 07 2021. [Online]. Available: https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels. [Hozzáférés dátuma: 10 08 2021].

[25] „SunPower Uses N-Type IBC Technology to Boost Cell Efficiency to 25%,” eqmagpro.com, 23 02 2017. [Online]. Available: https://www.eqmagpro.com/sunpower-uses-n-type-ibc-technology-to-boost-cell-efficiency-to-25/. [Hozzáférés dátuma: 22 03 2021].

[26] M. Jaganmohan, „Quarterly prices of solar photovoltaic multi modules in the United States from 1st quarter 2016 to 3rd quarter 2020,” 11 03 2021. [Online]. Available: https://www.statista.com/statistics/216791/price-for-photovoltaic-cells-and-modules/. [Hozzáférés dátuma: 19 06 2021].

[27] D. Bromberg, „MPPT - Everything You Need to Know About Maximum Power Point Tracking,” 02 02 2021. [Online]. Available: https://www.aurorasolar.com/blog/the-importance-of-modeling-global-maximum-power-point-tracking/. [Hozzáférés dátuma: 12 05 2021].

[28] M. Lajos és S. Károly, „Útmutató a napelemes villamosenergia termelő rendszerek tervezéséhez,” Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai Tagozat, 02 2015. [Online]. Available: https://www.e-villamos.hu/files/cikk4924_MMK_ELT_FAP_5_1_2014_MEGUJULO_ENERGIA_NAPELEMES_RENDSZEREK.PDF. [Hozzáférés dátuma: 16 09 2021].

[29] „Napelem tartószerkezet,” eon.hu, 25 01 2021. [Online]. Available: https://www.eon.hu/hu/blog/napenergia/napelem-tartoszerkezet.html. [Hozzáférés dátuma: 16 04 2021].

[30] „Vaillant auroPOWER tervezési segédlet,” vaillant.hu, 2019. [Online]. Available: https://www.vaillant.hu/downloads/11-napelem/auropower/auropower-tervezsi-segdlet-2019-1403156.pdf. [Hozzáférés dátuma: 22 09 2021].

[31] „Napelemes rendszerek működése,” helioactive.com, 2018. [Online]. Available: http://www.helioactive.com/content/napelemes-rendszerek-mukodese. [Hozzáférés dátuma: 12 04 2021].

[32] Országgyűlés, *2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról,* 2008.

[33] „Photovoltaic Geographical Information System,” re.jrc.ec.europa.eu, 2019. [Online]. Available: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP. [Hozzáférés dátuma: 22 08 2021].

[34] „Háztartási méretű kiserőművek,” mvmhalozat.hu, 2021. [Online]. Available: https://www.mvmhalozat.hu/aram/oldalak/1644. [Hozzáférés dátuma: 03 10 2021].

[35] „How to Calculate PV String Size,” mayfield.energy, 10 10 2018. [Online]. Available: https://www.mayfield.energy/blog/pv-string-size. [Hozzáférés dátuma: 05 09 2021].

[36] „HelioScope,” helioscope.com, [Online]. Available: https://www.helioscope.com. [Hozzáférés dátuma: 10 11 2021].

[37] „Napelemes rendszerek: egykristályos és polikristályos típusok,” napelemek-napkollektorok.hu, 11 12 2017. [Online]. Available: https://www.napelemek-napkollektorok.hu/magazin/napenergia/napelemes-rendszerek-egykristalyos-polikristalyos/. [Hozzáférés dátuma: 05 05 2021].

[38] „Weidmüller túlfeszültség levezető - VPU AC I 1+1 300/12.5,” ledlampahaz.hu, [Online]. Available: https://ledlampahaz.hu/Weidmuller-Tulfeszultseg-levezeto-VPU-AC-I-1-1-30. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2021].

[39] „RX3 Kismegszakító 1P C16 6000A,” legrandaruhaz.hu, [Online]. Available: https://legrandaruhaz.hu/Legrand_RX_kismegszakito_1P_C16_6000A_BI?gclid=CjwKCAiAvriMBhAuEiwA8Cs5lUZUgUMYD5GmZaVHo-BBKv6kCPeMGjPJNE0rh0laV3A3iQnd9OOCnRoCaV8QAvD_BwE. [Hozzáférés dátuma: 01 11 2021].

[40] „OMU system SMD 332DI 3 Pólusú 32A Moduláris forgócsapos kapcsoló,” mixvill.hu, [Online]. Available: https://www.mixvill.hu/hu/energiaelosztas/ipari-kezikapcsolok/modularis-forgocsapos-kapcsolok/smd-sorozat/omu-system-smd-332di-3-polusu-32a-modularis-forgocsapos-kapcsolo. [Hozzáférés dátuma: 03 11 2021].

[41] „RX3 Kismegszakító 1P 20A 6000A,” legrandaruhaz.hu, [Online]. Available: https://legrandaruhaz.hu/Legrand_RX_kismegszakito_1P_C20_6000A_BI. [Hozzáférés dátuma: 05 11 2021].

11 ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra A Nap és a Föld sugárzási viszonya (A szerző saját szerkesztése, [7] alapján) ... 7
2. ábra Háztartási méretű kiserőművek darabszámának változása (A szerző saját szerkesztése, [11] alapján) ... 9
3. ábra Hazai beépített naperőművi kapacitás alakulása (A szerző saját szerkesztése, [11] alapján) ... 10
4. ábra Napelem cella felépítése (A szerző saját szerkesztése, [15] alapján) ... 13
5. ábra Fotovoltaikus technológiák taxonómiája [18] ... 14
6. ábra Monokristályos modul ... 15
7. ábra Polikristályos modul [37] ... 15
8. ábra Vékonyfilm-rétegű napelem [20] ... 16
9. ábra Laboratóriumi körülmények között tesztelt cellák hatásfoka [22] ... 18
10. ábra Canadian Solar 2021-es áttekintése [23] ... 19
11. ábra N-típusú IBC cella [25] ... 20
12. ábra Napelem modulok piaci ármozgása az Egyesült Államokban (A szerző saját szerkesztése, [26] alapján) ... 21
13. ábra Árnyékmentes és árnyékos napelem asztal görbéin végzett munkapont keresés (A szerző saját szerkesztése, [27] alapján) ... 24
14. ábra Szigetüzemű napelemes rendszer kapcsolása (A szerző saját szerkesztése, [31] alapján) ... 27
15. ábra Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer kapcsolása (A szerző saját szerkesztése, [31] alapján) ... 28
16. ábra HMKE engedélyeztetési folyamat (A szerző saját szerkesztése) ... 29
17. ábra Az igénybejelentő mellékletei (A szerző saját szerkesztése) ... 31
18. ábra Csatlakozási dokumentáció szerkezeti felépítése (A szerző saját szerkesztése) ... 32
19. ábra PVGIS szoftverbe táplált adatok [33] ... 37
20. ábra Huawei-SUN2000 ... 40
21. ábra P_{DC}/P_{AC}=1 arányú termelés (A szerző saját szerkesztése) ... 42
22. ábra P_{DC}/P_{AC} =1,2 arányú termelés (A szerző saját szerkesztése) ... 43
23. ábra Az inverter adatlapján feltüntetett kapcsolási rajz ... 48

24. ábra Weidmüller-VPU AC I 1+1 300/12,5 [38] 48
25. ábra Legrand-RX3 1P C16 6kA [39] 49
26. ábra OMU-SMD 332DI 3P 32A [40] 49
27. ábra Legrand-RX3 1P C20 6kA [41] 49
28. ábra Tartószerkezet és napelem modulok 54
29. ábra A HelioScope szoftverébe táplált adatok [36] 55

12 TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat Cellatechnológiai összefoglaló (A szerző saját szerkesztése, [21] alapján).. 17
2. táblázat A telepítési hely adottságai (A szerző saját szerkesztése)..... 35
3. táblázat A választott BSD gyártmányú napelem főbb műszaki paraméterei (A szerző saját szerkesztése) 39
4. táblázat A választott inverter főbb műszaki adatai (A szerző saját szerkesztése) 40
5. táblázat Beruházási költség (A szerző saját szerkesztése)..... 56
6. táblázat Termelt villamosenergia mennyisége és megtakarítás becslése (A szerző saját szerkesztése)..... 56

13 MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. sz. melléklet Egyszerűsített hozamszámítás (PVGIS) szoftverrel
2. sz. melléklet Napelem adatlap
3. sz. melléklet Inverter adatlap
4. sz. melléklet Túlfeszültséglevezető adatlap
5. sz. melléklet Kismegszakítók adatlapja
6. sz. melléklet Leválasztókapcsoló adatlap
7. sz. melléklet Vezetékek megengedhető alapterhelése
8. sz. melléklet Hozamszámító szimulátor részletes eredménye (HelioScope)
9. sz. melléklet Valós termelési görbék
10. sz. melléklet A megvalósult rendszer fényképei
11. sz. melléklet Érintésvédelmi jegyzőkönyv
12. sz. melléklet Csatlakozási terv
13. sz. melléklet Elrendezési rajz
14. sz. melléklet Egyvonalas rajz

MELLÉKLETEK

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

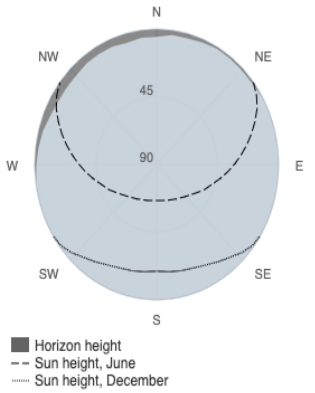
Provided inputs:

Latitude/Longitude:	47.470, 18.990
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed:	1 kWp
System loss:	14 %

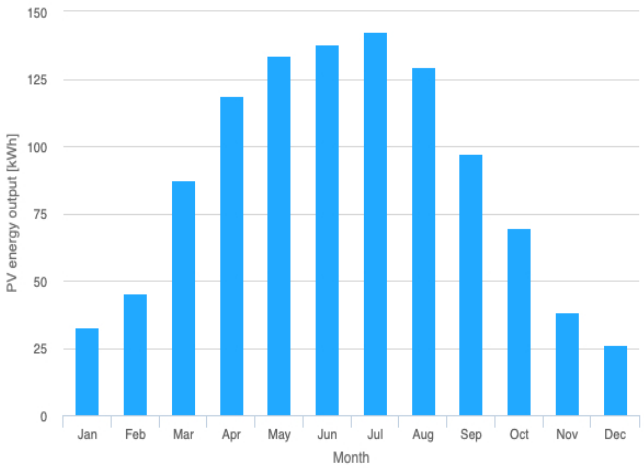
Simulation outputs

Slope angle:	12 °
Azimuth angle:	-45 °
Yearly PV energy production:	1059.07 kWh
Yearly in-plane irradiation:	1390.94 kWh/m²
Year-to-year variability:	49.34 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-3.51 %
Spectral effects:	1.23 %
Temperature and low irradiance:	-9.36 %
Total loss:	-23.86 %

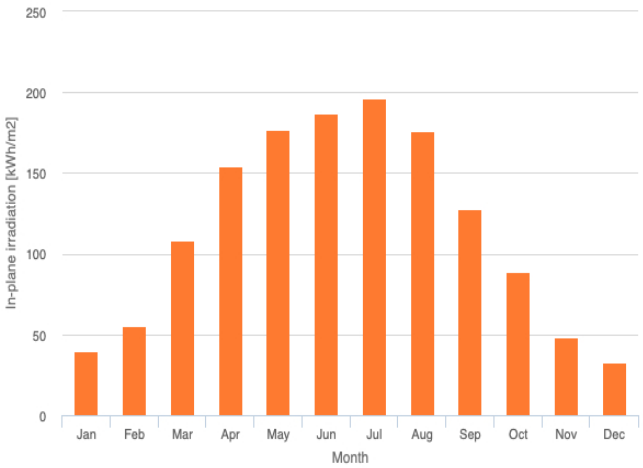
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	32.5	40.1	6.1
February	45.5	55.3	9.4
March	87.5	108.2	15.5
April	118.9	153.9	13.3
May	133.5	176.7	14.1
June	138.1	187.0	7.8
July	142.7	196.2	10.2
August	129.3	175.9	13.1
September	97.0	127.5	12.6
October	69.8	88.9	8.8
November	38.3	48.1	6.7
December	26.1	33.1	4.9

E_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them.

However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

i) of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity,

ii) not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date,

iii) sometimes linked to external sites over which the Commission services have no control and for which the Commission assumes no responsibility,

iv) not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

PVGIS ©European Union, 2001-2021.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2021/10/08

BSD-G60MP9PHS-370W

Mono-kristályos, Fél Cellás, PERC, 9BB,
Egy oldalas, PV Modul

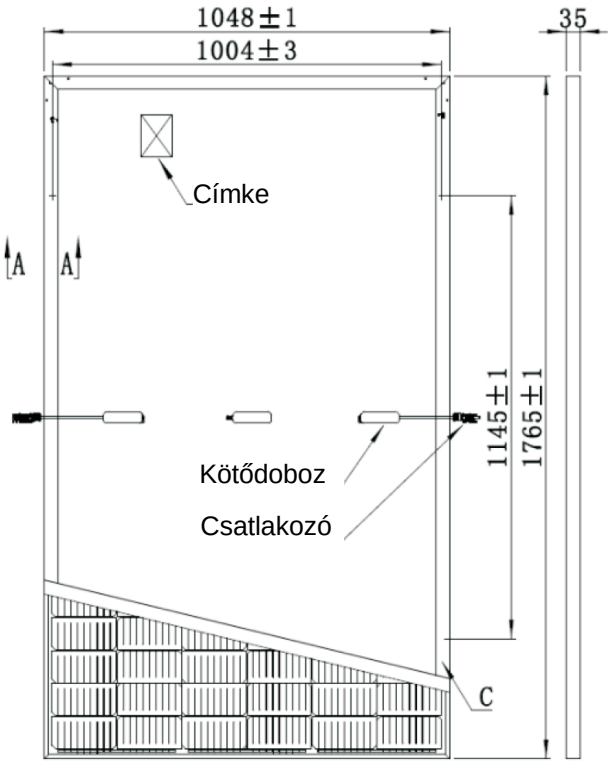
BSD Invest Europe Zrt.

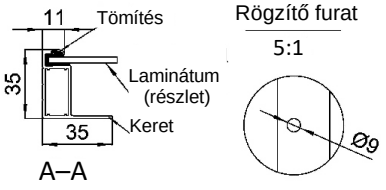
Lajos utca 96.
Budapest, Magyarország, 1036

office@bsdie.eu
+36 30 602 2696

Modell	BSD-G60MP9PHS-370
Villamos paraméterek (STC, Normál Teszt Feltételek mellett)	
Maximum teljesítmény (Pmax) [W]	370
Feszültség csúcsteljesítményen (Vmpp) [V]	34,42
Áram csúcsteljesítményen (Impp) [A]	10,75
Kapocsfeszültség (Voc) [V]	40,81
Rövidzárlati áram (Isc) [A]	11,54
Panel hatásfok (%)	20,00
Teljesítmény tűrés [W]	0 ~ 5
STC (Normát Teszt Feltételek): Légköri eloszlás: AM1.5, Sugárzás: 1000W/m2, Cella hőmérséklet: 25 °C	
Hőfokfüggés	
Cella névleges működési hőmérséklete [°C]	42.5
Rövidzárlati áram hőmérséklet együttható (α_Isc) [%/°C]	0,057
Kapocsfeszültség hőmérséklet együttható (β_Voc) [%/°C]	-0,263
Maximum teljesítmény hőmérséklet együttható (γ_Pmpp) [%/°C]	-0,347

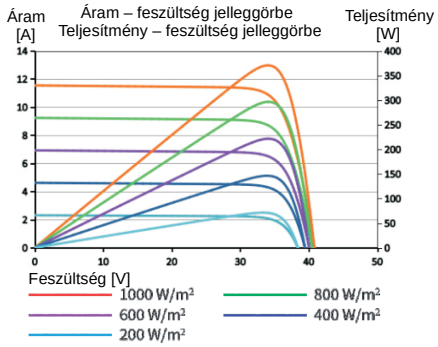
Teljesítmény mérési hibája: +/- 3%

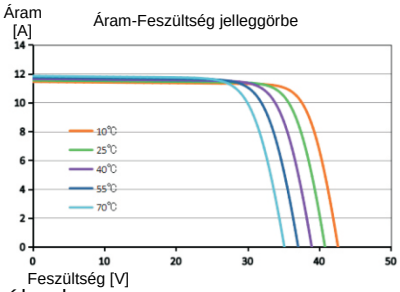




Mechanikai paraméterek			
Cella típus		P-Típus/M6 (166x83 mm)/PERC/ Egy oldalas/9BB/Fél Cella	
Cella elrendezés		120 db. (6x10x2 mátrix)	
Panel tömege [kg]		21 ± 1	
Panel mérete (H X Sz X M) [mm]		1765 x 1048 x 35	
Előlap üvegezés	Biztonsági, antireflexiós bevonattal	Keret vastagság [mm] és anyagminőség	35 6063-T5 (homokszórt)
Hordozó anyaga	EVA	Kötődoboz	IP68 Védelmi Osztály
Csatlakozó típusa	MC4	Kábel	4.0 mm², Egyedi hosszal
Működési feltételek			
Maximum rendszer feszültség [V]	DC 1500V	Maximális előlap terhelés [Pa] (hó, szél)	5400*
Működési hőmérséklet	-40°C ~ +85°C	Maximum hátlap terhelés [Pa]	2400*
Maximum névleges soros biztosíték [A]	20	Szabványok	IEC 61215 / IEC 61730 ISO 9001:2008
Csomagolási információ			
Raklapon lévő panelok száma [db]: 31 40'HQ konténerben elhelyezhető panlok száma: 806			

* A telepítési utasítás a BSD Telepítési Utasítások (Installation Manual) dokumentum Kiegészítő szabványok: IEC 62804: PID degradáció vizsgálat, IEC 61701: sósködkorrózió-vizsgálata, IEC 62716 : Korróziós vizsgálatok ammóniával IEC 60068-2-68: Por és homok vizsgálat





Termék garancia	12 Év
90% Teljesítmény garancia	10 Év
80% Teljesítmény garancia	25 Év

Megjegyzés: A megadott adatok referenciaként szolgálnak.
A gyártó a változtatás jogát fenntartja.

Solargiga által támogatott

Smart Energy Controller



Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection

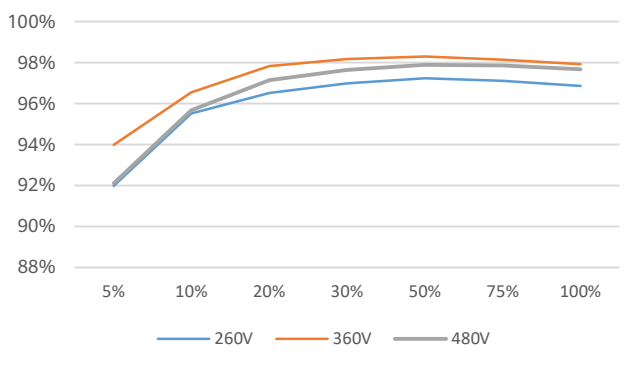
Higher Yields

Up to 30% More
Energy with Optimizer

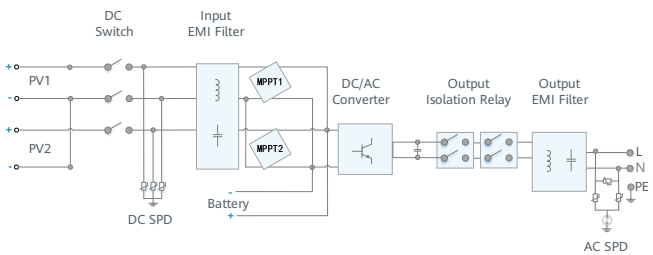
2x POWER Battery Ready

5KW AC Output plus
5KW Battery Charge

Efficiency Curve



Circuit Diagram



SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1

Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1
Efficiency							
Max. efficiency	98.2 %	98.3 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
European weighted efficiency	96.7 %	97.3 %	97.3 %	97.5 %	97.7 %	97.8 %	97.8 %
Input (PV)							
Recommended max. PV power [1]	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Max. input voltage	600 V [2]						
Start-up voltage	100 V						
MPPT operating voltage range	90 V – 560 V [2]						
Rated input voltage	360 V						
Max. input current per MPPT	12.5 A						
Max. short-circuit current	18 A						
Number of MPP trackers	2						
Max. input number per MPP tracker	1						
Input (DC Battery)							
Compatible Battery	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R						
Operating voltage range	350 ~ 450 Vdc						
Max operating current	10 A @7H_R / 15 A @10H_R						
Max charge power	3,500 W @7H_R / 5,000 W @10H_R						
Max discharge Power @7H_R	2,200 W	3,300 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W
Max discharge Power @10H_R	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Compatible Battery	HUAWEI Smart LUNA2000 ESS Battery 5kWh – 30kWh						
Operating voltage range	350 ~ 560 Vdc						
Max operating current	15 A						
Max charge Power	5,000 W [3]						
Max discharge Power	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Output (On Grid)							
Grid connection	Single phase						
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W [4]	6,000 W
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA [5]	5,500 VA [6]	6,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz						
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A [7]	25 A [7]	27.3 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging						
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %						
Output (Off Grid)							
Backup Box (Optional)	Backup Box – B0						
Maximum apparent power	2,000 VA	3,000 VA	3,680 VA	4,000 VA	4,600 VA	5,000 VA	5,000 VA
Rated output voltage	220 V / 230 V						
Maximum output current	9.1 A	13.6 A	16.7 A	18.2 A	20.9 A	22.7 A	22.7 A
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging						

*1 Inverter max input PV power is 10,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.
*2 The maximum input voltage and operating voltage upper limit will be reduced to 495 V when inverter connects and works with LG battery.
*3 2,500 W @ 5kWh HUAWEI ESS battery
*4 AS4777.2: 4,991W. *5. VDE-AR-N 4105: 4,600VA / AS4777.2: 4,999VA. *6. AS4777.2: 4,999VA / C10/11:5,000VA *7. AS4777.2: 21.7A.

SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1

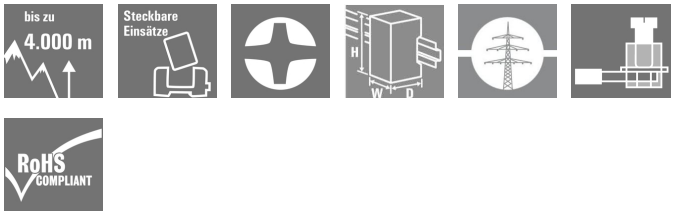
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1[1]
Protection & Feature							
Anti-Islanding protection	Yes						
DC reverse polarity protection	Yes						
Insulation monitoring	Yes						
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11						
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11						
Residual current monitoring	Yes						
AC overcurrent protection	Yes						
AC short-circuit protection	Yes						
AC overvoltage protection	Yes						
Over-heat protection	Yes						
Arc fault protection	Yes						
Battery reverse charging from grid	Yes						
General Data							
Operating temperature range	-25 ~ +60 °C						
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH						
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)						
Cooling	Natural convection						
Display	LED indicators; integrated WLAN + FusionSolar APP						
Communication	RS485, WLAN via inverter built-in WLAN module Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional); 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)						
Weight (incl. mounting bracket)	12.0 kg (26.5 lb)						
Dimension (incl. mounting bracket)	365mm * 365mm * 156 mm (14.4 x 14.4 x 6.1 inch)						
Degree of protection	IP65						
Nighttime power consumption	< 2.5 W						
Optimizer Compatibility							
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P						
Standard Compliance (more available upon request)							
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2						
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777.2, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, IEC61727, IEC62116						

VPU sorozat
VPU AC I 1+1 300/12.5

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 16
D-32758 Detmold
Germany
Fon: +49 5231 14-0
Fax: +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com





A Weidmüller VPU I (Type I), VPU II (Type II) és VPU III (Type III) túlfeszültség-levezetői hatékonyan csökkentik a tranziens túlfeszültségek által okozott zavarbecsatolást, méghozzá jelentősen az EN 60664-3 / DIN VDE 0110-3 szigetelés-koordinációs szabvány által előírt határértékek alá. Ez azt jelenti, hogy a teljes rendszer kevésbé kitett a hibás működésnek. A levezetők technikai eszközök segítségével koordinálva vannak. Ez azt jelenti, hogy az I, II és III típusok csatolásmentesítésére nincs szükség. A levezetők tesztelése az IEC 61643-11 / DIN EN 61643-11 termékszabvány szerint történt, és az IEC 61643-12 / VDE V0675-6-12 és IEC 62305-4 / VDE 0185-4 szerinti rendszerekbe telepíthetők. Ez a villám- és túlfeszültség-levezető eszköz tápellátó rendszerekben is alkalmazható. A Weidmüller különböző hálózati feszültségtípusokhoz és feszültségekhez különböző termékeket kínál. Speciális I és II típusú védőeszköz áll rendelkezésre fotovoltaikus alkalmazásokhoz.

Általános rendelési adatok

Típus	VPU AC I 1+1 300/12.5
Rendelési szám	2591480000
GTIN (EAN)	4050118599466
Menny.	1 Stück

A létrehozás dátuma 2019. július 5. 9:27:10 CEST

VPU sorozat
VPU AC I 1+1 300/12.5

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 16
D-32758 Detmold
Germany
Fon: +49 5231 14-0
Fax: +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com

Műszaki adatok

Méretek és tömegek

Szélesség	36 mm	Szélesség (coll)	1,417 inch
Magasság	90 mm	Magasság (coll)	3,543 inch
Mélység	93 mm	Mélység (coll)	3,661 inch
Nettó tömeg	298 g		

Hőmérsékletek

Páratartalom	5 - 95% rel. humidity	Tárolási hőmérséklet, max.	85 °C
Tárolási hőmérséklet, min.	-40 °C	Üzemi hőmérséklet, max.	85 °C
Üzemi hőmérséklet, min.	-40 °C	Üzemi hőmérséklet	-40 °C...85 °C
Tárolási hőmérséklet	-40 °C...85 °C		

UL névleges adatok

Voltage type	AC	Tanúsítvány száma (cURus)	E354261
Rated Voltage U_N	240 V	VPR (L/N-PE)	900 V
VPR (N-PE)	1 200 V	MCOV (L/N-PE)	300 Vac
MCOV (N-PE)	305 V	SCCR	150 kA
I_n	20 kA	Kategória	SPD TYPE 1CA

IEC / EN névleges adatok

Biztosíték	250 gG @50 kA Isccr, 315 gG @25 kA Isccr	Feszültség típusa	AC
Frekvenciatartomány, max.	60 Hz	Frekvenciatartomány, min.	50 Hz
Jelzőérintkező	Nem	Kisülési áram I_{max} (8/20µs) N-PE	50 kA
Kisülési áram I_{max} (8/20µs) vezeték-PE	50 kA	Kisülési áram I_n (8/20 µs) N-PE	50 kA
Kisülési áram I_n (8/20 µs) vezeték-PE	20 kA	Követelmény kategória az IEC 61643-11 szerint	I. típus, II. típus
Követelmény osztály az EN 61643-11 szerint	T1, T2	Követőáram kioltási képesség, I_{fi}	Műszaki okok miatt nem áll rendelkezésre
Max. folytonos feszültség, Uc (AC)	300 V	Max. folytonos feszültség, Uc (N-PE)	305 V
Névleges feszültség (AC)	230 V	Pólusszám	2
Rövid idejű túlfeszültség (feszültségcsúcs) - TOV	337 V	Rövidzárlati terhelhetőség I_{SCCR}	50 kA
Szabványok	IEC61643-11, EN61643-11	Szivárgási áram U feszültségnél I_n	1 µA
Villámimpulzus-áram I_{imp} (10/350 µs)	12,5 kA	Villámimpulzus-áram I_{imp} (10/350 µs)	50 kA
Válaszidő	≤ 25 ns, ≤ 100 ns	Védelmi szint, U_P (típus)	≤1,5 kV
Védettségi szint, U_p I áramnál I_N (N-PE)	≤1,5 kV	kisfeszültségű hálózat	Single-phase, TN, TT, IT, N-nel, IT, N nélkül

Szigetelések koordinálása EN 50178 szerint

Szennyezés súlyossága	2	Túlfeszültség kategória	III

VPU sorozat
VPU AC I 1+1 300/12.5

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 16
D-32758 Detmold
Germany
Fon: +49 5231 14-0
Fax: +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com

Műszaki adatok

Általános adatok

Kivitel	Installációs ház; 2 modulos, Insta IP 20	Magasság	≤ 4000 m
Optikai működésjelzés	zöld = OK; piros = meghibásodott levezető - cserélje	Szegmens	Teljesítményelosztás
Szín	Fekete, Narancssárga, Kék	Tartósín	TS 35
UL 94 éghetőségi osztály	V-0	Változat	Túlfeszültség-védelem
Védelmi osztály	IP20 felszerelt állapotban		

Csatlakozási adatok

Vezetékcsatlakozás-technika	Csavaros csatlakozás	Csatlakozás típusa	Csavaros csatlakozás
Csupaszolási hossz, névleges csatlakozás	15 mm	Meghúzási nyomaték, min.	2 Nm
Meghúzási nyomaték, max.	4,5 Nm	Rögzítési tartomány, névleges csatlakozás	16 mm²
Rögzítési tartomány, névleges csatlakozás, min.	4 mm²	Rögzítési tartomány, névleges csatlakozás, max.	35 mm²
Vezeték keresztmetszet, tömör, min.	2,5 mm²	Vezeték keresztmetszet, tömör, max.	16 mm²
Vezeték csatlakozási keresztmetszet, finomsodratú, min.	2,5 mm²	Vezeték csatlakozási keresztmetszet, finomsodratú, max.	25 mm²
Vezeték-keresztmetszet, flexibilis, AEH (DIN 46228-1), min.	4 mm²	Vezeték-keresztmetszet, flexibilis, AEH (DIN 46228-1), max.	35 mm²
Vezeték csatlakozási keresztmetszet, többeres, névleges csatlakozás, min.	4 mm²	Vezeték csatlakozási keresztmetszet, többeres, névleges csatlakozás, max.	35 mm²

Besorolások

ETIM 3.0	EC000381	ETIM 5.0	EC000510
ETIM 6.0	EC000941	UNSPSC	30-21-19-22
eClass 5.1	27-14-02-01	eClass 6.2	27-13-08-02
eClass 7.1	27-14-02-01	eClass 8.1	27-14-02-01
eClass 9.0	27-13-08-05	eClass 9.1	27-13-08-05

Jóváhagyások

Jóváhagyások	
ROHS	Megfelel

Letöltések

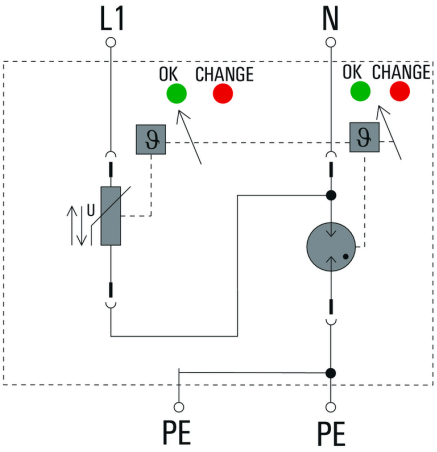
Approval/Certificate/Document of Conformity	Declaration of Conformity Declaration of Conformity Declaration of Conformity

VPU sorozat
VPU AC I 1+1 300/12.5

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 16
D-32758 Detmold
Germany
Fon: +49 5231 14-0
Fax: +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com

Rajzok

Elektromos szimbólum



Schematic circuit diagram

87045 LIMOGES Cedex
Telephone: +33 5 55 06 87 87 – FAX: +33 5 55 06 88 88

RX³ M.C.B. 6000 A up to 63 A
(1 module per pole)

Cat. N°(s): 4 191 33 to 4 192 58



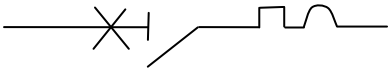
CONTENTS PAGES

1. Description, use 1
2. Range 1
3. Overall dimensions 1
4. Preparation - Connection 1
5. General characteristics 2
6. Compliance and and approvals 5
7. Equipments and accessories 5

1. DESCRIPTION - USE:

. Thermal-magnetic circuit breaker (MCB) with positive contact indication for control, protection against short-circuits and overloads, and isolation of electrical circuits.

Symbol :



Technology:

. Limiting device

2. RANGE

Rated currents, In:

1P, 2P, 3P:
. Curve B 6 / 10 / 13 / 16 / 20 / 25 / 32 / 40 / 50 / 63 A
. Curve C 6 / 10 / 13 / 16 / 20 / 25 / 32 / 40 / 50 / 63 A

4P:
. Curve C 10 / 13 / 16 / 20 A

Polarity:

. 1P, 2P, 3P, 4P

Width:

. 1 module per pole. Each pole is 17,7 mm

Magnetic tripping curves :

. B curve (between 3 and 5 In)
. C curve (between 5 and 10 In)

Thermal threshold according to IEC/EN 60898-1:

. Non operating current (Inf): 1.13 In.
. Operating current (If): 1.45 In.

Rated voltage / frequency:

. 230 V ~ / 400 V ~ - 50 / 60 Hz with standard tolerances

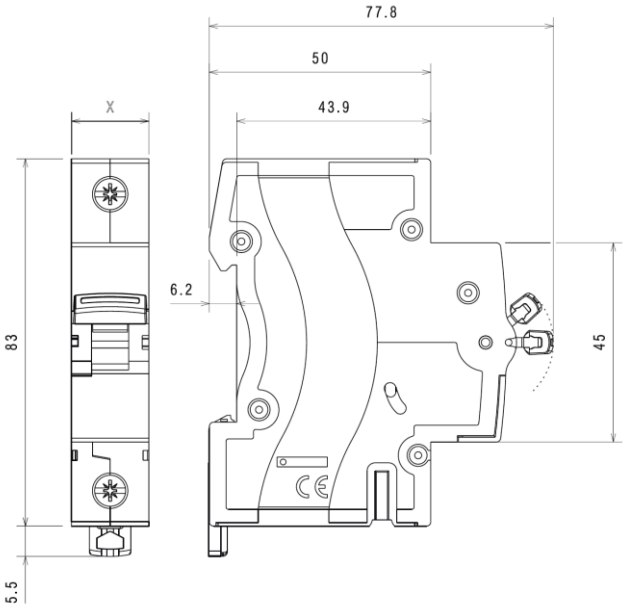
Maximum operating voltage:

. 1P 230 V ~ ± 10%
. 2P, 3P, 4P 400 V ~ ± 10%

Breaking capacity:

. 6000 A in accordance with standard EN/IEC 60898-1

3 OVERALL DIMIENSIONS



	X
1P	**17.7 mm**
2P	**35.4 mm**
3P	**53.1 mm**
4P	**70.8 mm**

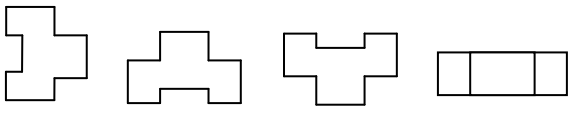
4. PREPARATION - CONNECTION

Fixing:

. On symmetrical rail EN/IEC 60715 or DIN 35 rail.

Operating positions:

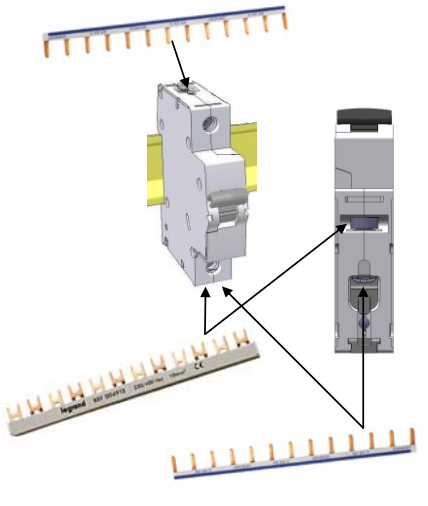
.Vertical Horizontal Upside down On the side



4. PREPARATION - CONNECTION *(continued)*

Power supply:
. From the top or the bottom.

Connection:
. Inputs and outputs via screw terminals
. Cage terminals, with release and captive screws
. The location of the terminals allows supplying by pin busbar both sides and fork busbar lower side r.



Terminal depth :
. 14 mm

Stripping length recommended:
. 11 mm

Screw head:
. Mixed, slotted and Pozidriv 2.

Tightening torque:
. Recommended: 2.5 Nm.
. Mini: 2 Nm. Maxi: 3 Nm.

Tools required:
. For the terminals: Pozidriv n°2 or flat screwdriver 5.5 mm (6 mm maximum).
. For fixing: flat screwdriver 5.5 mm (6 mm maximum).

Connectable section:

	Copper cables	
	Without ferrule	With ferrule
Rigid cable	**1 x 1.5 mm² to 25 mm²** **2 x 1.5 mm² to 10 mm²**	-
Flexible cable	**1 x 1.5 mm² to 16 mm²** **2 x 1.5 mm² to 10 mm²**	**1 x 1.5 mm² to 16 mm²**

Manual actuation of the MCB:
. Ergonomic 2-position handle: ON and OFF

4. PREPARATION - CONNECTION *(continued)*

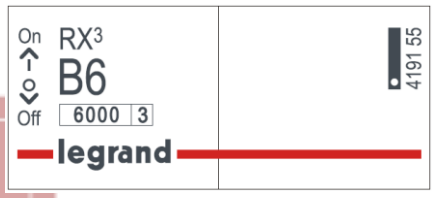
Contact status display:
. By front face marking:
- "O-OFF" = contacts open
- "I-ON" = contacts closed

Sealing:
. Possible in ″Open″ position (OFF) or ″Close″ position (ON).

Locking:
. By 5 mm padlock (cat. N° 4 063 13) or 6 mm padlock (cat. N° 0 227 97) with padlock support (cat. N° 4 063 03).

5. GENERAL CHARACTERISTICS

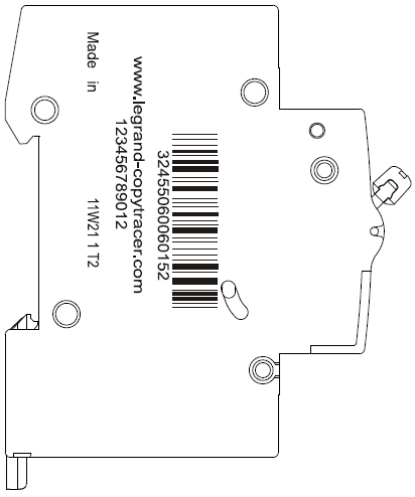
Marking on the front side:
. By permanent ink pad printing:
- Trade name: RX³
- Breaking curve
- Rated current (in A)
- Contact status.
- Icn in A rated breaking capacity in accordance with IEC/EN 60898-1 (in a box)
- Limiting class “3” (in a square)
- Mark: Legrand.



Top face marking:
. By permanent pad printing
- Rated voltage(s), Certification logo and Electric diagram



Side face marking:
. By laser marking:
- Copy-tracer and production information



legrandarhaz.hu

5. GENERAL CHARACTERISTICS *(continued)*

Short-circuit breaking capacity:

. Alternate current 50/60Hz, single-phase or three-phase network, in accordance with standard: EN/IEC 60898-1

Un		1P	2P	3P - 4P
110 V~	Icn	**10000 A**	**16000 A**	**-**
230V~		**6000 A**	**10000 A**	**10000 A**
400V~		**-**	**6000 A**	**6000 A**

110 V~	Ics	**75% of Icn**	**75% of Icn**	**75% of Icn**
230V~				
400V~				

. Alternate current 50/60Hz, single-phase or three-phase network, in accordance with standard: EN/IEC 60947-2

Un		1P	2P	3P - 4P
110 V~	Icu	**10 kA**	**16 kA**	**-**
230V~		**6 kA**	**10 kA**	**10 kA**
400V~		**-**	**6 kA**	**6 kA**

110 V~	Ics	**75% of Icu**	**75% of Icu**	**75% of Icu**
230V~				
400V~				

Short-circuit breaking capacity of only one pole:

. Icn1 = 6 kA at 230 V, where Icn1 is the breaking capacity of one pole for multi-pole MCB's in case of short-circuit to earth.
. Breaking capacity of one single pole under 400 V compound voltage (IT network) = 1.5kA.
. Breaking capacity of one single pole under 230 V compound voltage (IT network) = 6 KA.

Minimum operating voltage:

. 12 V a.c. / d.c. per pole.

Pulse rated voltage:

. Uimp = 4 kV

Insulation rated voltage:

. Ui = 500 V

Pollution degree :

. 2 in accordance with standard EN/IEC 60898-1.

Electric strength:

. 2500 V

Operation at 400 Hz:

. The magnetic thresholds increase by 45%.

Load to close and to open a pole trough the handle:

. 0.1 Nm per pole to close.
. 0.075 Nm per pole to open.

Isolating distance (distance between contacts):

. more than 5 mm with the handle in open position O

5. GENERAL CHARACTERISTICS *(continued)*

Mechanical endurance:

. 20000 operations without load.
. 10000 operations with load (under In*cos φ = 0.9).

Enclosure material:

. Polyester.
. Characteristics of this material: self extinguishing, heat and fire resistant according to EN 60898-1, glow-wire test at 960°C for external parts made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts and parts of protective circuit (650°C for all other external parts made of insulating material).

Average weight per pole:

. 0.130 kg.

Volume when packed:

	Volume (dm³)
1P (packed per 12)	**2.0**
2P (packed per 6)	**2.0**
3P (packed per 4)	**2.0**
4P (packed per 3)	**2.0**

Ambient temperatures:

. Operation: from – 25 °C to + 70 °C
. Storage: from – 40 °C to + 70 °C

Degree or class of protection:

. Protection index the screw head against solid and liquid bodies: IP 20, (in accordance with standards IEC 529, EN 60529 and NF C 20-010).
. Protection index of the box against solid and liquid bodies: IP 40 (in accordance with standards IEC 529, EN 60529 and NF C 20-010).
. Protection index against mechanical shocks: IK 02 (in accordance with standards EN 50102 and NF C 20-015).

Dissipated power in case of fire:

. available on request with required Standard

Sinusoidal vibration resistance in accordance with IEC 60068.2.6:

. Axis: x, y, z.
. Frequency range: 5÷100 Hz ; duration 90 minutes
. Displacement (5÷13,2 Hz) : 1mm
. Acceleration (13,2÷100 Hz) : 0,7 (g=9,81 m/s²)

Power dissipated per pole (W) :

. Circuit breaker B and C curves

In	6 A	10 A	13 A	16 A	20 A
1P÷4P	**1.1**	**1.8**	**2**	**2.2**	**2.4**

In	25 A	32 A	40 A	50A	63A
1P÷4P	**3.0**	**3.2**	**4**	**4.5**	**5.5**

. Impedance per pole (Ω) = $\frac{\text{P dissipated}}{\text{In}^2}$

gradnahaz.hu

5. GENERAL CHARACTERISTICS *(continued):*

Derating of circuit-breakers according to ambient temperature :

. The rated characteristics of a circuit breaker are modified according to the ambient temperature inside the cabinet or the enclosure where the circuit breaker is located.
. Reference temperature: 30 °C in accordance with EN/IEC 60898-1

	Ambient Temperature / In									
In (A)	- 25°C	- 10°C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
6	**7.5**	**7.0**	**6.6**	**6.4**	**6.2**	**6.0**	**5.8**	**5.6**	**5.4**	**5.3**
10	**12.5**	**11.5**	**11.1**	**10.7**	**10.3**	**10.0**	**9.7**	**9.3**	**9.0**	**8.7**
13	**16.3**	**15.2**	**14.6**	**14.1**	**13.5**	**13**	**12.5**	**11.9**	**11.5**	**11.0**
16	**20.0**	**18.7**	**18.0**	**17.3**	**16.6**	**16.0**	**15.4**	**14.7**	**14.1**	**13.5**
20	**25.0**	**23.2**	**22.4**	**21.6**	**20.8**	**20.0**	**19.2**	**18.4**	**17.6**	**16.8**
25	**31.5**	**29.5**	**28.3**	**27.2**	**26.0**	**25.0**	**24.0**	**22.7**	**21.7**	**20.7**
30	**38.3**	**36.0**	**34.5**	**33.0**	**31.5**	**30.0**	**28.8**	**27.3**	**26.1**	**24.9**
32	**41.0**	**37.8**	**36.5**	**34.9**	**33.3**	**32.0**	**30.7**	**29.1**	**27.8**	**26.5**
40	**51.0**	**48.0**	**46.0**	**44.0**	**42.0**	**40.0**	**38.0**	**36.0**	**34.0**	**32.0**
50	**64.0**	**60.0**	**57.5**	**55.0**	**52.5**	**50.0**	**47.5**	**45.0**	**42.5**	**40.0**
63	**80.6**	**75.6**	**72.5**	**69.9**	**66.1**	**63.0**	**59.8**	**56.1**	**52.9**	**49.7**

Derating of MCB for use with fluorescent lights:

Ferromagnetic and electronic ballasts have a high inrush current for a short time. These currents can cause the tripping of circuit breakers. At the time of the installation, it should take into account the maximum number of ballasts per circuit breaker that the manufacturers of lamps and ballasts indicate in their catalogues.

Influence of the altitude:

	≤2000 m	3000 m	4000 m	5000 m
Dielectric holding	**3000 V**	**2500 V**	**2000 V**	**1500 V**
Max operational Voltage	**400 V**	**400 V**	**400 V**	**400 V**
Derating at 30°C	**none**	**none**	**none**	**none**

legrandaruhaz.hu

Derating of MCBs function of the number of devices side by side:

When several MCBs are juxtaposed and operate simultaneously, the thermal evacuation of the poles is limited. This results in an increase in operating temperature of the circuit breakers which can cause unwanted tripping. It is recommended to apply the following coefficients to the rated currents.

Number of circuit breakers side by side	Coefficient
2 - 3	**0.9**
4 – 5	**0.8**
6 - 9	**0.7**
≥ 10	**0.6**

These values are given by the recommendation of IEC 61439-1, NF C 63421 and EN 61439-1 standards.
To avoid using these coefficients, it is necessary to allow a good ventilation and to separate the devices with 0.5 module spacing elements (cat. N° 4 063 07).

6. COMPLIANCE AND APPROVALS

In accordance with standards:

. EN/IEC 60898-1 (Switches for domestic fixed installations and similar – 2nd section : special requirements for remote electromagnetically controlled switches (remotes switches) with 6000 A breaking capacity
. EU guidelines : 73/23/EEC + 93/68/EEC
. Legrand circuit-breakers can be used under the conditions of use as defined by EN/IEC 60947.
. The performance of circuit breakers can be influenced by particular climates: hot dry, cold dry, hot humid, salt fog atmosphere

Classification according to Annex Q (standard IEC/EN 60947-1) :

. Category C with a range test temperature -25 °C / +70 °C
. Salt fog atmosphere according IEC 60068-2-52

Environment respect – Compliance with EU directives:

. Compliance with Directive 2011/65/EU of 08/06/11 called "RoHS" which provides for the banning of hazardous substances such as lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, brominated flame retardants polybrominated biphenyls (PBBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) from 1st July 2006
. Compliance with Directive 91/338/EEC of 18/06/91 and Decree 94-647 of 27/07/04

Precious metal:

. Silver: 0,08 g per pole of MCB
. No gold

Plastic materials :

. Halogens-free plastic materials.
. Marking of parts according to ISO 11469 and ISO 1043.

Packaging:

. Design and manufacture of packaging in accordance with Decree 98-638 of 07.20.98 and Directive 94/62/EC

7. EQUIPMENT AND ACCESSORIES

Wiring accessories:

. Supply busbar

Possible combinations of MCB's and auxiliaries:

. No auxiliary is associable to the MCB

RCD add-on modules:

. No RCD add-on module

legrandaruhaz.hu



Moduláris forgócsapos kapcsolók / *Modular rotary switches*

SMD típusok / *SMD series*

Műszaki paraméterek / *Technical data* — Típusok / *Types*		SMD 332	SMD 340	SMD 363	SMD 380	SMD 3100	SMD 3125	SMD 3160
Névleges szigetelési feszültség / *Rated insulation voltage*	Ui (V)	800	800	800	800	800	800	800
Feszültségimpulzus terhelhetőség / *Impulse withstand voltage*	Uimp (kV)	8	8	8	8	8	8	8
Névleges hőmérsékleti áramerősség 40 Celsius fokon / *Rated thermal current at 40°C*	Ith/Ithe (A)	32	40	63	80	100	125	160
Névleges működési áram Ie / *Rated operational current (Ie)*								
AC-21A	415V (A)	32	40	63	80	100	125	160
	500V (A)	32	40	63	80	100	125	160
	690V (A)	32	40	63	80	100	125	160
AC-22A	415V (A)	32	40	63	80	100	125	160
	500V (A)	32	40	63	80	100	125	160
	690V (A)	32	40	40	40	40	125	160
AC-23A	415V (A)	32	40	40	80	100	125	160
	500V (A)	32	40	40	63	63	125	125
	690V (A)	25	25	25	32	32	100	100
Névleges bekapcsolóképesség 415V AC23 / Rated making capacity at 415V AC23	(A)	320	400	400	800	1000	1250	1600
Névleges megszakítóképesség 415V AC23 / *Rated breaking capacity at 415V AC23*	(A)	256	320	320	640	800	1000	1280
Névleges működési teljesítmény / *Rated operational power AC23*	415V (A)	14	15	15	37	46	55	69
	500V (A)	14	15	18,5	35	35	65	83
	690V (A)	14	15	18,5	24	24	90	90
Zárlati áramtűrő képesség (1 sec) / *Short-circuit withstand current 1 sec*	400V (kA)	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	3	3
Névleges biztosított zárlati áram / *Rated fuse shortcircuit current*								
Előtét biztosíték / *Back up fuse gG*	(A)	32	40	63	80	100	125	160
Maximális kapcsolási érték (R.M.S) / *R.M.S. value*	(kA)	50	50	20	50	30	50	50
Csúcsérték / *Peak value*	(kA)	5	5,7	5,7	9,9	9,9	10,5	10,5
Mechanikai élettartam / *Mechanical endurance*	n.	50000	50000	50000	30000	30000	30000	30000
Elektromos élettartam / *Electrical endurance*	n.	3000	3000	3000	1500	1500	1000	1000
Teljesítményveszteség pólusonként / *Power loss per pole*	W	0,2	0,3	0,8	1,3	2,0	2,5	3
Kábelkeresztmetszet / *Cable section*	mmq	16	16	16-25	16-50	25-50	10-70	10-70
Maximális meghúzási nyomaték (sorkapocs) / *Max terminal torque*	Nm	2	2	2	2,5	2,5	6	6
Ideális meghúzási nyomaték / *Operation torque*	Nm	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,6
Segédérintkezők AC 15/415V / *Auxiliary contacts AC 15/415V*	A	3	3	3	3	3	3	3







A katalógusban megjelenő tartalom, a Mixvill Kft. tulajdona! Bárminemű felhasználása, csak a Mixvill Kft. írásos engedélyével történhet!

A vezető keresztmetszete mm^2	Megengedett terhelés „ A”						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	-

Facsemete utca HMKE, 1112, Budapest Facsemete utca 16

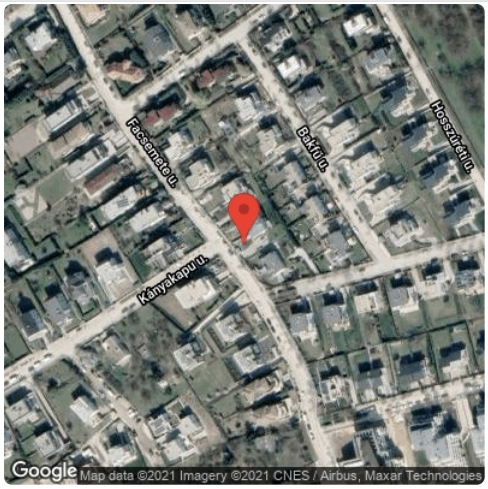
Report

Project Name	HMKE
Project Address	1112, Budapest Facsemete utca 16
Prepared By	Csaba Deak

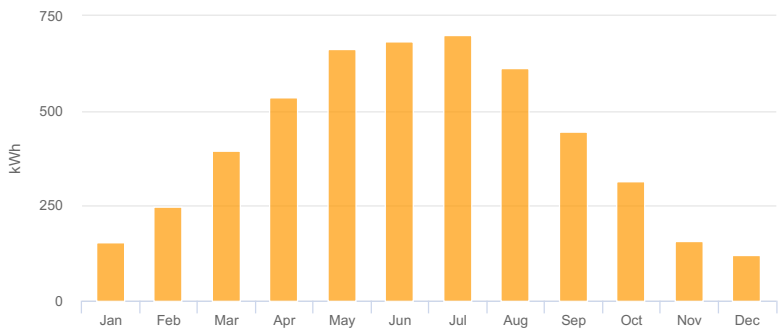
System Metrics

Design	Facsemete utca
Module DC Nameplate	4.44 kW
Inverter AC Nameplate	3.68 kW Load Ratio: 1.21
Annual Production	5.020 MWh
Performance Ratio	85.6%
kWh/kWp	1,130.6
Weather Dataset	TMY, 10km Grid, meteonorm (meteonorm)
Simulator Version	2be6a614f4-4dc81349c5-88b8ab94b4-1fa539f51c

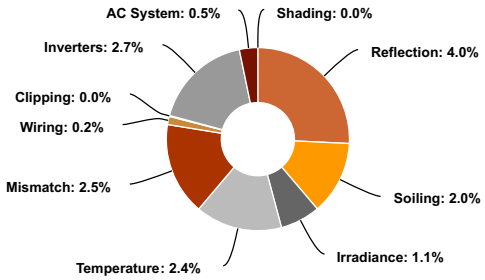
Project Location



Monthly Production



Sources of System Loss



Annual Production

	Description	Output	% Delta
Irradiance (kWh/m²)	Annual Global Horizontal Irradiance	1,227.7	
	POA Irradiance	1,320.6	7.6%
	Shaded Irradiance	1,320.6	0.0%
	Irradiance after Reflection	1,268.3	-4.0%
	Irradiance after Soiling	1,243.0	-2.0%
	Total Collector Irradiance	**1,243.0**	**0.0%**
Energy (kWh)	Nameplate	5,521.1	
	Output at Irradiance Levels	5,461.1	-1.1%
	Output at Cell Temperature Derate	5,332.3	-2.4%
	Output After Mismatch	5,198.0	-2.5%
	Optimal DC Output	5,186.4	-0.2%
	Constrained DC Output	5,185.1	0.0%
	Inverter Output	5,045.1	-2.7%
	Energy to Grid	**5,019.9**	**-0.5%**
Temperature Metrics			
	Avg. Operating Ambient Temp		14.5 °C
	Avg. Operating Cell Temp		21.5 °C
Simulation Metrics			
	Operating Hours		4600
	Solved Hours		4600

Condition Set

Description	Condition Set 1
Weather Dataset	TMY, 10km Grid, meteonorm (meteonorm)
Solar Angle Location	Meteo Lat/Lng
Transposition Model	Perez Model
Temperature Model	Sandia Model

Temperature Model Parameters

Rack Type	a	b	Temperature Delta
Fixed Tilt	-3.56	-0.075	3°C
Flush Mount	-2.81	-0.0455	0°C

Soiling (%)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Irradiation Variance	5%
Cell Temperature Spread	4° C
Module Binning Range	-2.5% to 2.5%
AC System Derate	0.50%

Module Characterizations

Module	Uploaded By	Characterization
LR4-60HIH-370M (Longi)	Folsom Labs	Spec Sheet Characterization, PAN

Component Characterizations

Device	Uploaded By	Characterization
SUN2000-3.68KTL-L1 (230V) (Huawei)	Folsom Labs	Spec Sheet

Components

Component	Name	Count
Inverters	SUN2000-3.68KTL-L1 (230V) (Huawei)	1 (3.68 kW)
Strings	4 mm2 (Copper)	1 (10.4 m)
Module	Longi, LR4-60HIH-370M (370W)	12 (4.44 kW)

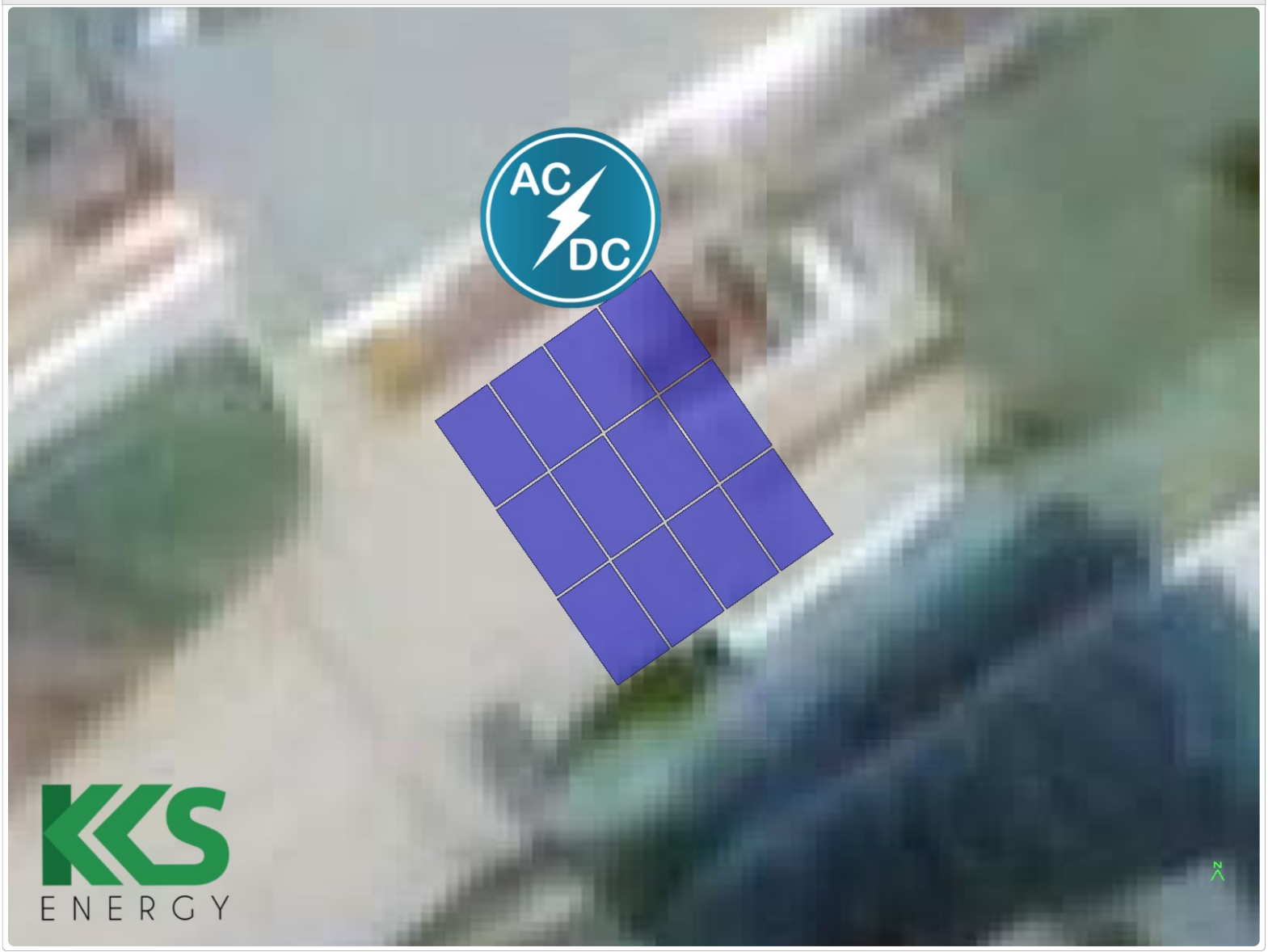
Wiring Zones

Description	Combiner Poles	String Size	Stringing Strategy
Wiring Zone	-	3-12	Along Racking

Field Segments

Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intrarow Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Field Segment 1	Carport	Portrait (Vertical)	12°	145°	0.1 m	1x1	12	12	4.44 kW

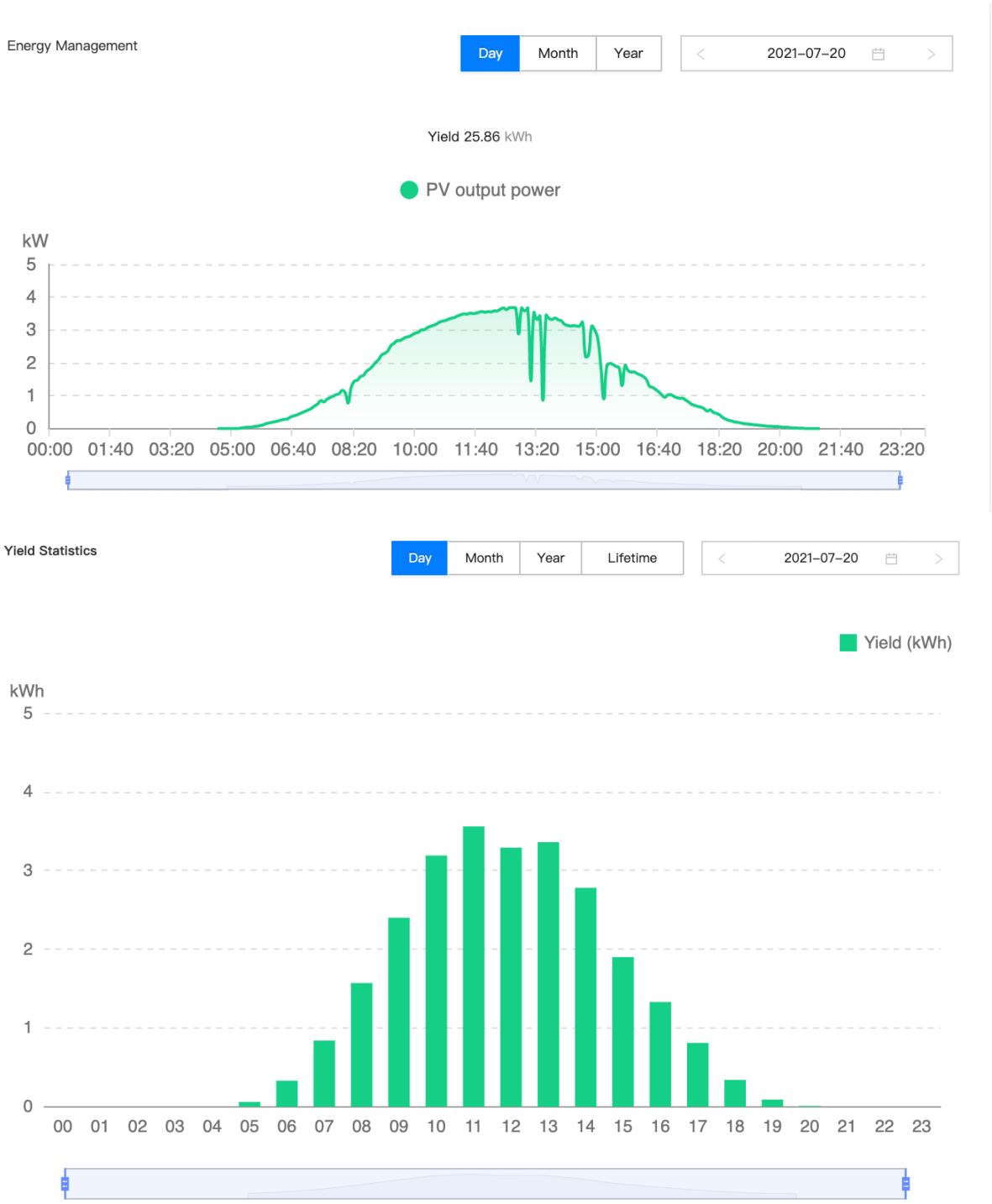
Detailed Layout



A rendszer termelése

Az alábbi mellékletben a rendszer valós termelési adatait ismertetem. Az adatokat az inverterhez kapcsolt FusionSolar szoftverből nyertem ki.

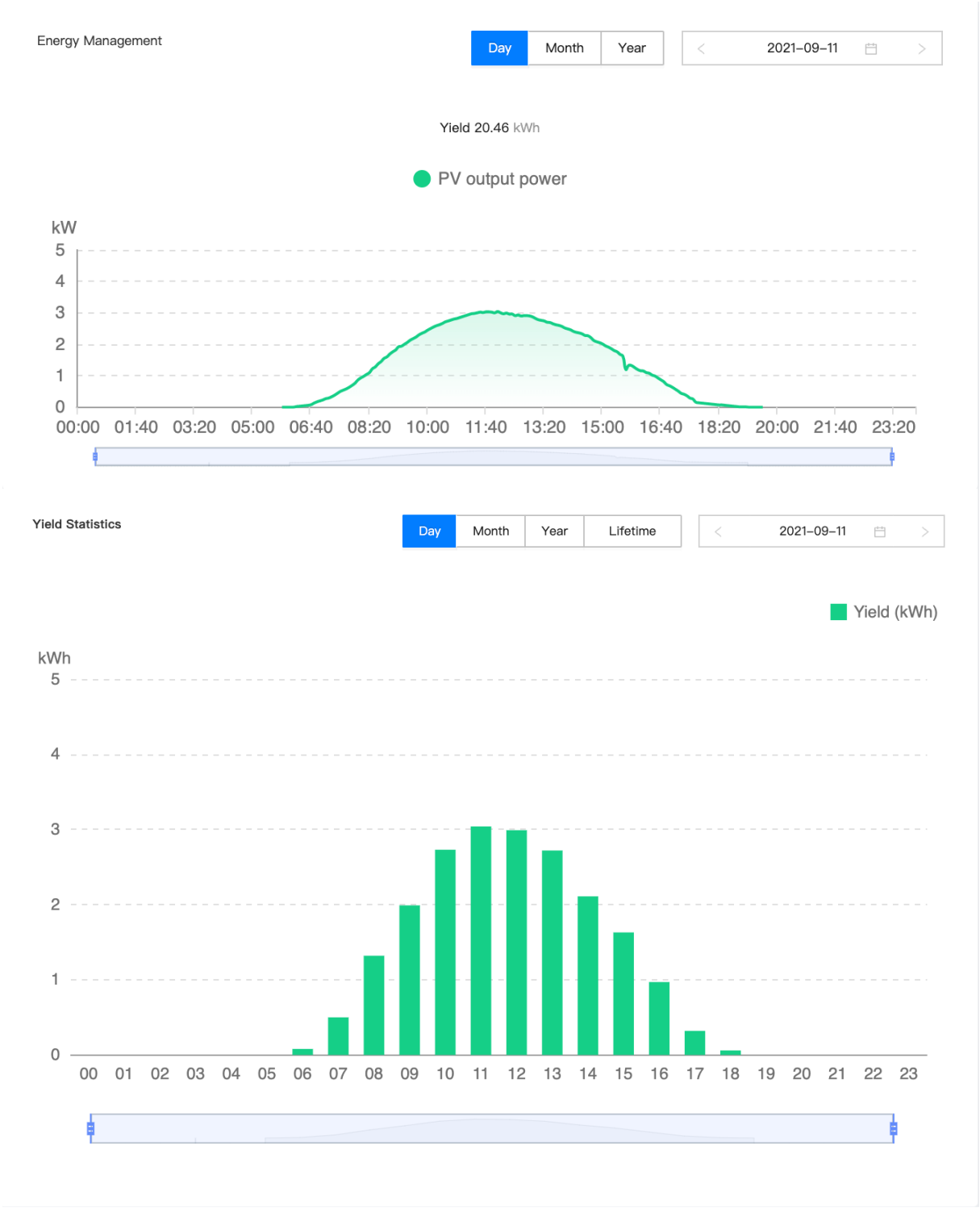
A 3,68 kW_{AC} teljesítményű rendszer termelése július 20.án:



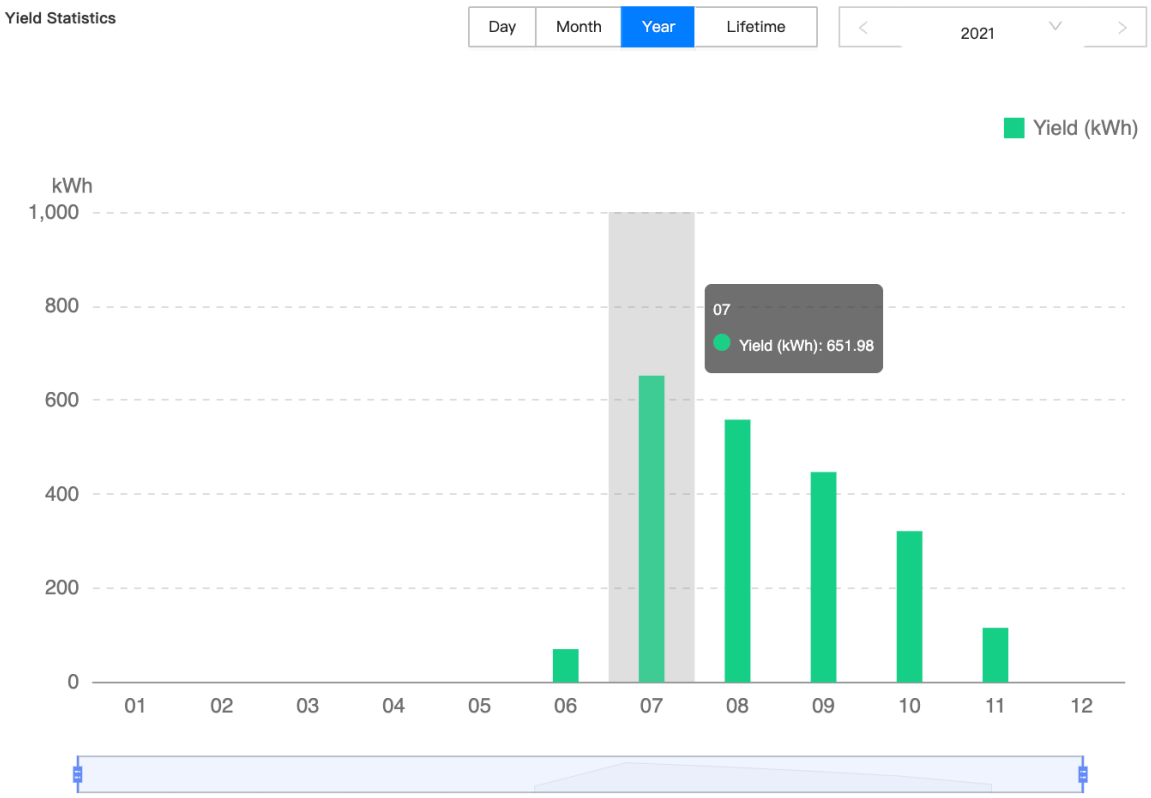
A 3,68 kW_{AC} teljesítményű rendszer termelése augusztus 10.-én:



A 3,68 kW_{AC} teljesítményű rendszer termelése szeptember 11.-én:



A 3,68 kW_{AC} teljesítményű rendszer termelése havi bontásban:



Rendszer megvalósulása fotókkal

1. Kép: A tartószerkezet kialakítása



2. Kép: Az elkészült rendszer felülnézetből



3. Kép: Az elkészült rendszer oldalnézetből



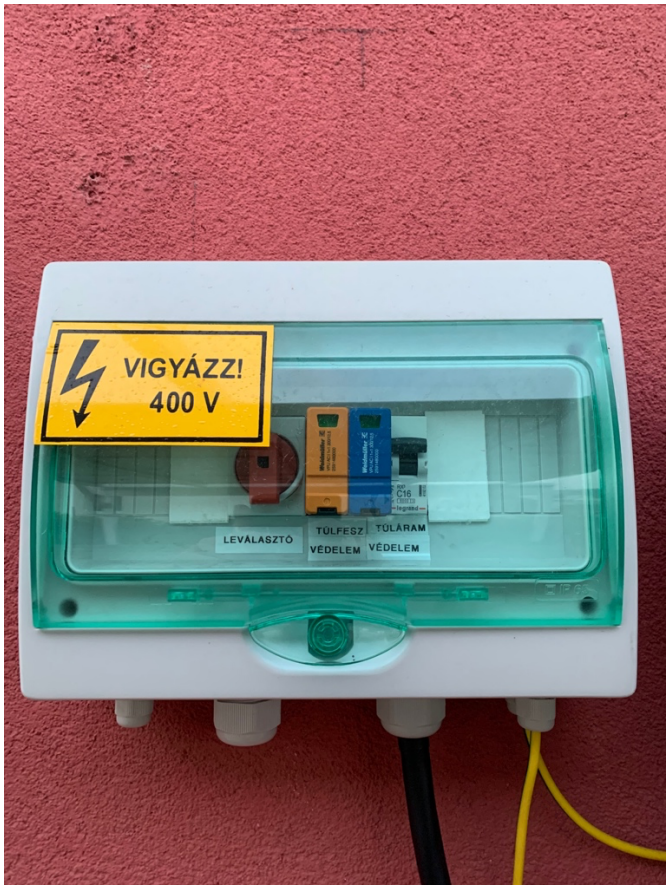
4. Kép: Az elkészült rendszer alulnézetből



5. Kép: Inverter



6. Kép: AC doboz



7. Kép: Ad-vesz mérőóra



Szolgáltató cég adatai és elérhetőségei:
KKS-Energy Kft. *(1182 Budapest, Póth Irén u. 82/B/1.*

Munkaszám: UK-BP-20210628

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE MSZ HD 60364-6:2017

A felülvizsgálat helye: 1112 Budapest XI., Facsemete utca 16.

Megrendelő cég adatai: KKS-Energy Kft.

A megrendelés (szerződés) jele, kelte:2021.06.20.

Az üzemi kísérő(k) vagy a megbízó részéről kijelölt kapcsolattartó(k) neve:

A felülvizsgálat időtartama:2021.06.28

A felelős ellenőrzést végrehajtó:

Végzettség*:Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló

Vizsgabizonyítványának száma*:

*Amennyiben az MSZ HD 60364-6:2017-et áramütés elleni védelem felülvizsgálataként készítik el, a jelentés készítőjének rendelkeznie kell a 21/2010. (V.14) NFGM rendeletben előírt Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló (korábbi jogszabályokban előírt végzettségek esetén: Érintésvédelmi, erősáramú berendezés szabványossági felülvizsgáló, Villámvédelem felülvizsgálója) képzettségekkel. Ezen végzettségek igazoló dokumentum másolatát a dokumentációhoz csatolni kell.

Tartalom:

1. Alapdokumentáció**
2. Jegyzőkönyvek
3. Bizonylatok
    - Végzettség igazolása
    - Nem minősített vagy el nem készült villamos berendezés részek felmérése

** – Az Alapdokumentáció tartalmazza a ***Tájékoztató megrendelő részére*** iratot (5. oldal)

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE
MSZ HD 60364-6:2017

Munkaszám: UK-BP-20210628

MINŐSÍTŐ IRAT

Tárgyi erősáramú villamos berendezésen elvégeztük az MSZ HD 60364-6:2017 szerinti, üzemszerű használatbavétel előtti felülvizsgálatát.

A felülvizsgált erősáramú berendezés az MSZ HD 60364-6:2017 szerint

MEGFELELŐ

A jelen minősítést a felülvizsgálati dokumentáció további fejezetei és mellékletei alapozzák meg, a MINŐSÍTŐ IRAT azokkal érvényes.

A MINŐSÍTETT – VIZSGÁLT – TERÜLET PONTOS MEGHATÁROZÁSA:

Jelen dokumentációban és a mellékletét képező jegyzőkönyvekben és bizonylatokban felsorolt érintésvédelmi módok, rendszerek, kiegészítő védelmek, berendezések, eszközök és áramkörök.

Megjegyzések az üzemeltető, felelős vezető, tulajdonos, felhasználó részére:

- Tárgyi villamos-berendezés rendeltetésszerű használata, illetve ennek biztosítása kötelező
- Tárgyi villamos-berendezés időszakos karbantartása és a tárgyi villamos-berendezésre vonatkozó jogszabályokban előírt felülvizsgálatok és ellenőrzések elvégzése, illetve elvégeztetése kötelező
- Tárgyi villamos-berendezésen villamos szakképzettséget igénylő beavatkozást, változtatást, felújítást, karbantartást és egyéb tevékenységet csak villamosan szakképzett és arra felhatalmazott személy végezhet a hatályos jogszabályok előírásainak és vonatkozó szabványok követelményeinek betartásával.
- Tárgyi villamos-berendezésen történt bármilyen szakszerű változtatás után az érintett szakaszon és a változtatás által HD 60364 sorozat bármely követelménye [a] szempontjából érintett, már meglévő szakaszon az előírt vizsgálatokat [a] el kell végezni – az erre vonatkozó jogszabályokat és előírásokat, illetve ezek változásait nyomon kell követni és be kell tartani, illetve tartatni.
- 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet az összekötő és felhasználói berendezésekről, valamint a potenciálisan robbanásveszélyes közegben működő villamos berendezésekről és védelmi rendszerekről előírásainak betartása – amennyiben vonatkoznak [a]
- 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet 19. § előírásainak betartása – amennyiben vonatkoznak [a]
- Létesítmény felelős vezetője pluszkövetelményeket megszabhat

A következő áramütés elleni védelem ellenőrzésével kapcsolatos vizsgálat elvégzésének legkésőbbi időpontja és módja [b]:

Általános előírás(ok) [c]:	10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet	40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet
Vizsgálat módja:		Első ellenőrzés
Vizsgálat időpontja:		2021.06.28

Villamos berendezés leírása [c]:A zagyvaszántói Damjanich u.21.xx kW napelemes rendszer AC oldali első ellenőrzése. Vizsgálati határai a főelosztó és az inverter sorkapcsa között.

[a] Amennyiben az MSZ HD 60364-6:2017-et áramütés elleni védelem felülvizsgálataként készítik el, csak aza áramütés elleni védelemre vonatkozó előírásokat kell ellenőrizni.
[b] Az MSZ HD 60364-6:2017 lapja nem ír elő kötelezően záros határidőn belüli időszakos felülvizsgálatot. A jelenleg érvényes jogszabály, a 191/2009 (IX. 15) kormányrendelet, csak meghatározott építési tevékenységeknél, csak első MSZ HD 60364-6 szerinti felülvizsgálatot ír elő.
[c] A villamos berendezés fajtájától függően a 10/2016. (IV. 5.) NGM vagy 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet szerelői ellenőrzést, illetve felülvizsgálatot írhat elő 3, illetve 6 éven belül.

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE MSZ HD 60364-6:2017

Munkaszám: UK-BP-20210628

MINŐSÍTÉSI ALAPADATOK

A villamos berendezés névleges feszültsége: 400/230 V 50 Hz
A villamos hálózat rendszere: TN-C-S
A villamos hálózat földelési típusa:rudföldelő
Alapvető érintésvédelmi mód: Táplálás önműködő lekapcsolása - nullázás
Betáplálás módja:légkábel
Tartalék energia:-
Létesítés/legutóbbi felújításának éve:2021

A felülvizsgálattal kapcsolatos előírások:

1995. évi XXVIII.Törvény	a nemzeti szabványmódosításról, módosította. 2011. évi CXII. törvény
191/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet	az építőipari kivitelezési tevékenységről
21/2010. (V.14) NFGM rendelet	egyes ipari és kereskedelmi tevékenységek gyakorlásához szükséges képesítésekről
10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet	a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről
40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet	az összekötő és felhasználói berendezésekről, valamint a potenciálisan robbanásveszélyes közegben működő villamos berendezésekről és védelmi rendszerekről

A felülvizsgálattal kapcsolatos főbb szabványok (lásd még a *Vizsgálati eredmények összefoglalása* részt):

MSZ 1585:2016	Villamos berendezések üzemeltetése
MSZ EN 61557-1:2007	Általános követelmények
MSZ HD 60364-1:2009	Alapelvek, általános jellemzők elemzése, fogalmak
MSZ HD 60364-7-701:2007	Különleges berendezésekre vagy helyiségekre vonatkozó követelmények.
MSZ EN 61140:2003	Az áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és a villamos szerkezetekre vonatkozó közös szempontok

A felülvizsgált rendszerek és védelmi módok és érintésvédelmi osztályok (aláhúzandó, kiemelendő stb.):

Védelmi mód: a táplálás önműködő lekapcsolása (I.)
- TN-C rendszer; TN-S rendszer; TN-C-S rendszer
- TT rendszer
- IT rendszer

Védelmi mód: kettős vagy megerősített szigetelés (II.)
Védelmi mód: villamos elválasztás (III.)
Védelmi mód: SELV- és PELV-törpefeszültség (IV.)
Kiegészítő védelmek:
- áram-védőkapcsolók (RCD)
- kiegészítő egyenpotenciálú összekötés (KEPH)

Szakképzett és kioktatott személyek által irányított vagy felügyelt/irányított berendezések védelmi módjai:
- Környezet elszigetelése (KE)
- Védelem földeletlen helyi egyenpotenciálú összekötéssel (HEPH)
- Villamos elválasztás egynél több fogyasztókészülék táplálása esetén (IIIT)

Egyenpotenciálra hozó hálózat (EPH)
Alapvédelem:
- Aktív részek alapszigetelése (ASZ)
- Védőfedések (VF)
- Védőburkolatok (VB)

Alapvédelem szakképzett és kioktatott személyek által irányított vagy felügyelt/irányított berendezések esetében:
- Védőakadályok (VA)
- Elérhető tartományon kívüli elhelyezés (EH)

Érintésvédelmi osztályok
- 0-s érintésvédelmi osztály (0)
- 1-es érintésvédelmi osztály – PE-t igénylő szerkezetek (1)
- 2-es érintésvédelmi osztály – kettős vagy megerősített szigetelésű szerkezet (2)
- 3-érintésvédelmi osztály – törpefeszültségű szerkezetek (3)

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE
MSZ HD 60364-6:2017

Munkaszám: UK-BP-20210628

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Jelmagyarázat: **MF** – megfelelő; **NEM** – nem felel meg; **NA** – a vizsgálat nem alkalmazható.

A rögzített villamos berendezés szerkezetei szemrevételezése alapján:	Minősítés	Megjegyzés
a, megfelelnek a vonatkozó termékszabvány biztonsági követelményeinek (jelölések, tanúsítványok és gyártói információk alapján),	MF	-
b, az MSZ HD 60364 szabványsorozat és a gyártó előírásai szerinti a kiválasztásuk és a szerelésük, és	MF	-
c, nincsen olyan látható sérülésük, amely csökkentené a biztonságot.	MF	-
Szemrevételezés során történt ellenőrzések:	**Minősítés**	**Megjegyzés**
a) az áramütés elleni védelmi mód (lásd az IEC 60364-4-41-et);	MF	-
b) tűzgátló szerkezetek és a tűz továbbterjedésének megakadályozására szolgáló más óvintézkedések, valamint a hőhatások elleni védelem megléte (lásd az IEC 60634-4-42-t és az IEC 60364-5-52:2009 527. fejezetét)	MF	-
c) a vezetők megfelelő kiválasztása a megengedett áram szempontjából (lásd az IEC 60364-4-43-at és az IEC 60364-5-52:2009 523. fejezetét)	MF	-
d) a védelmi eszközök és a megfigyelőkészülékek kiválasztása, beállítása, szelektivitása és koordinációja (lásd az IEC 60364-5-53:2001 536. fejezetét)	MF	-
e) ahol elő van írva, a megfelelő túlfeszültség-védelmi eszközök (SPD) kiválasztása, elhelyezése és szerelése (lásd az IEC 60364-5-53:2001-et és az IEC 60364-5-53:2001/AMD2:2015 534. fejezetét)	MF	-
f) a megfelelő leválasztó- és kapcsolókészülékek kiválasztása, elhelyezése és szerelése (lásd az IEC 60364-5-53:2001 536. fejezetét)	MF MF	- -
g) a villamos szerkezetek és a védelmi módok külső hatásoknak és mechanikai igénybevételeknek megfelelő kiválasztása (lásd az IEC 60364-4-42:2010 422. fejezetét, az IEC 60364-5-51:2005 512.2. szakaszát és az IEC 60364-5-52:2009 522. fejezetét)	MF	-
h) a nulla- és a védővezető megjelölése (lásd az IEC 60364-5-51:2005 514.3. szakaszát)	MF	-
i) a kapcsolási rajzok, figyelmeztető feliratok vagy hasonló információk megléte (lásd az IEC 60364-5-51:2005 514.5. szakaszát)	MF	-
j) az áramkörök, túláramvédelmi eszközök, kapcsolók, csatlakozókapcsok stb. megjelölése (lásd az IEC 60364-5-51:2005 514. fejezetét)	MF	-
k) a kábelek és vezetékek végződéseinek és csatlakozásainak megfelelősége (lásd az IEC 60364-5-52:2009 526. fejezetét)	MF	-
l) a földelőberendezések, a védővezetők és azok csatlakozásainak kiválasztása és szerelése (lásd az IEC 60364-5-54-et)	MF	-
m) a szerkezetek könnyű kezeléséhez, azonosításához és karbantartásához szükséges hozzáférhetőség (lásd az IEC 60364-5-51:2005 513. és 514. fejezetét)	MF	-
n) az elektromágneses zavarok elleni intézkedések (lásd az IEC 60364-4-44:2007 444. fejezetét)	MF	-
o) a test csatlakoztatása a földelőberendezéshez (lásd az IEC 60364-4-41:2005 411. fejezetét)	MF	-
p) a kábel- és vezetékrendszerek kiválasztása és szerelése (lásd az IEC 60364-5-52:2009 521. és 522. fejezetét)	MF	-
Műszeres, méréses vizsgálatok MSZ HD 60364-6:2017 szakaszai szerint	**Minősítés**	**Megjegyzés**
a) a vezetők folytonossága (6.4.3.2.) – MSZ EN 61557-4:2007	MF	Jegyzőkönyv
b) a szigetelési ellenállás (6.4.3.3.) – MSZ EN 61557-2:2007	MF	Jegyzőkönyv
c) a szigetelési ellenállást a SELV-vel, PELV-vel és a villamos elválasztással megvalósított védelem hatásosságának ellenőrzése céljából (6.4.3.4.) - MSZ EN 61557-2:2007	NA	-
d) a szigetelési ellenállást a padlózat és a fal ellenállásának/impedanciájának ellenőrzése céljából (61.3.5)	NA	-
e) a polaritás vizsgálatát (6.4.3.6.)	NA	-
f) a táplálás önműködő lekapcsolásával megvalósított védelmi mód hatásosságát (6.4.3.7.)	MF	Jegyzőkönyv
g) a kiegészítő védelem hatásosságát (6.4.3.8.)	NA	-
h) a fázissorrendet (6.4.3.9.)	NA	-
i) a működést (6.4.3.10.)	MF	-
j) a feszültségesést (6.4.3.11.)	MF	-

Kelt:2021.06.28

Felelős felülvizsgáló:Urbanik Károly

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE MSZ HD 60364-6:2017

ÚTMUTATÓ A MEGRENDELŐNEK

E dokumentáció fontos és értékes dokumentum, amelyet meg kell őrizni.

1) Ennek az állapotfelmérő dokumentációnak az a célja, hogy lehetőség szerint megállapítsa azt, hogy az adott villamos berendezés a további működés szempontjából kielégítő állapotban van vagy sem. A dokumentáció azonosít minden olyan károsodást, állagromlást, hibát és/vagy állapotot, amely növelheti a veszélyt.
2) A dokumentációt megrendelő személy kap a dokumentációból egy eredeti példányt és a felülvizsgáló megtart egy másodpéldányt.
3) Az eredeti dokumentációt biztonságos helyen meg kell őrizni, és minden olyan személynek a rendelkezésére kell bocsátani, aki a jövőben a villamos berendezést felülvizsgálja vagy azon munkát végez. Ha az ingatlan megüresedik, akkor ezt a dokumentációt az új tulajdonossal/bérlővel meg kell ismertetni a villamos berendezésnek a dokumentáció készítésének idején érvényes állapotának részleteivel együtt.
4) A fontos teljes mértékben azonosítani a berendezésnek azt a kiterjedését, amelyre a dokumentáció vonatkozik, valamint a felülvizsgálat esetleges korlátozásait. A felülvizsgálónak ezekről a dokumentációt megrendelő személlyel és más érdekelt felekkel (engedélyező hatóság, biztosítótársaság, jelzálog-hitelező és hasonlók) meg kell állapodnia még a felülvizsgálat elvégzése előtt.
5) A felülvizsgálat során előfordulhatnak olyan üzemeltetési korlátozások, mint pl. a berendezés vagy a szerkezetek egyes részeihez való hozzáférhetetlenségek. A felülvizsgáló ezeket a dokumentációban feltünteti.
6) A „Veszély áll fenn" észrevételek azt jelentik, hogy a berendezés használata veszélyes, és javasolt, hogy kompetens személy azonnal elvégezze a hibajavítást.
7) A „Potenciálisan veszélyes" észrevételek azt jelentik, hogy a berendezés használata veszélyes lehet, és javasolt, hogy kompetens személy sürgősen végezze el a hibajavítást.
8) Ha a dokumentáció további vizsgálatot ír elő, mert a felülvizsgáló olyan nyilvánvaló hiányosságot tárt fel, amelyet az adott szemrevételezés kiterjedése és korlátozásai miatt nem lehet teljes mértékben azonosítani, akkor ilyen esetekben haladéktalanul további vizsgálatra van szükség a nyilvánvaló hiányosság természetének és mértékének megállapítására.
9) Biztonsági okokból a villamos berendezést megfelelő időközönként kompetens személynek ismételten felül kell vizsgálnia. A következő felülvizsgálat javasolt időpontja a dokumentációban fel van tüntetve.

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE
MSZ HD 60364-6:2017
JEGYZŐKÖNYV – TÁPLÁLÁS ÖNMŰKÖDŐ LEKAPCSOLÁSA

(Helyi szokásoknak megfelelően az összes mérési pont is felsorolásra kerülhet, a mód vagy/és érintésvédelmi osztály megjelölésével)

Munkaszám: 2021.06.28

Mérést végezték:Urbanik Károly,		**Mérésnél alkalmazott műszer adatai:**
Név:Urbanik Károly Végzettség: **Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló** Vizsgabizonyítvány száma: **1681618**	Név: Végzettség: Vizsgabizonyítvány száma:	Típus:Metrel Eurotest PV Pro set MI 3108 Gyári szám: 21140822 Kalibrálási adatok:CD 58 325/2021

Jelmagyarázat:

I	Védelmi mód: a táplálás önműködő lekapcsolása	
II	Védelmi mód: kettős vagy megerősített szigetelés	(A készülékek és eszközök szemrevételezéssel ellenőrizve kettős négyzet jellel ellátva)
III	Védelmi mód: villamos elválasztás	(A védelmi mód vizsgálatának eredményei külön jegyzőkönyvben rögzítve és csatolva)
IV	Védelmi mód: SELV- és PELV-törpefeszültség	(A védelmi mód vizsgálatának eredményei külön jegyzőkönyvben rögzítve és csatolva)
EPH	EPH vezető folytonosságának ellenőrzése	(Védővezető folytonos – ha érték nincs beírva, nincs értékre vonatkozó követelmény)
PE	PE vezető folytonossága, kiállásoknál	(PE vezető kiállás helyéig folytonos, rögzített szerkezet csatlakoztatva nincsen)
ÁVK	Áram-védőkapcsoló van-e beépítve	(Amennyiben „van", vizsgálati jegyzőkönyve külön lapon)
0	0-érintésvédelmi osztályú szerkezet	
1	1-es érintésvédelmi osztályú szerkezet	
2	2-es érintésvédelmi osztályú szerkezet	
3	3-as érintésvédelmi osztályú szerkezet	

Egyéb megjegyzések:

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE
MSZ HD 60364-6:2017

Sor-szám	VIZSGÁLT BERENDEZÉS, ILLETVE ÁRAMKÖR						ÉRTÉK [Ω]	MINŐSÍTÉS
	MÉRÉSI PONT HELYE, MEGNEVEZÉSE, EGYÉB KÖZLENDŐ ADAT (vezeték adatai, áramkör tervjele stb.)	MÓD / OSZT	KIOLDÓSZERV-TÚLÁRAMVÉDELMI SZERV			PE folyt.		
			Helye	Típus (I_n, kar.)	ÁVK			
1	Épület földelése.	1					8.73	megfelelő
2	Inverter tápellátása.	1	PV AC 1	C16	nem	igen	0,24	megfelelő
3	Napelemes tartószerkezet EPH						0,23	megfelelő

Kelt:2021.06.28 | Munkaszám: UK-BP-20210628 | Felelős felülvizsgáló:

Táplálás önműködő lekapcsolása – 2

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE
MSZ HD 60364-6:2017

JEGYZŐKÖNYV – VILLAMOS BERENDEZÉS SZIGETELÉSI ELLENÁLLÁS MÉRÉSE

Mérést végezték:		**Mérésnél alkalmazott műszer adatai:**
Név: **Urbanik Károly** Beosztás: **Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló** Vizsgabizonyítvány száma: **1681618**	Név: Beosztás: Vizsgabizonyítvány száma:	Típus: Metrel Eurotest PV Pro set MI 3108 Gyári szám: 21140822 Kalibrálási adatok: CD 58 325/2021

Megjegyzések, jelmagyarázat stb.

Sor-szám	MÉRT SZAKASZ - MÉRÉSI PONT			Mért érték [MΩ]						Minősítés
	Megnevezés, helye, jele	$U_{névt}$ [V]	U_{vizsg} [V]	L1-L2	L1-L3	L1-N	L2-L3	L2-N	L3-N	
				L1-PE	L2-PE	L3-PE	N-PE	L1,2,3,N-PE	L1,2,3-PE	
1	A főelosztó felől mérünk az inverter felé.	230	500	-	-	1000	-	-	-	megfelelő
				1000	-	-	1000	-	-	

Kelt: 2021.06.28	Munkaszám: UK-BP-20210628	Felelős felülvizsgáló: Urbanik Károly

VILLAMOS BERENDEZÉS ELSŐ ELLENŐRZÉSÉNEK JELENTÉSE
MSZ HD 60364-6:2017

JEGYZŐKÖNYV – VILLAMOS BERENDEZÉS SZIGETELÉSI ELLENÁLLÁS MÉRÉSE

Sor-szám	MÉRT SZAKASZ - MÉRÉSI PONT			Mért érték Mért érték [MΩ]						Minősítés
	Megnevezés, helye, jele	$U_{névl}$ [V]	U_{vizsg} [V]	L1-L2	L1-L3	L1-N	L2-L3	L2-N	L3-N	
				L1-PE	L2-PE	L3-PE	N-PE	L1,2,3,N-PE	L1,2,3-PE	

Kelt:2021.06.28 | Munkaszám: UK-BP-20210628 | Felelős felülvizsgáló:

elmű hálózat

HMKE megbízói levél

Alulírott..... .....(meghatalmazó neve)
meghatalmazom..... ....tervezőt (MMK száma:
hogy az alábbi háztartási méretű kiserőmű hálózatra csatlakoztathatóságának elosztói engedélyesnél történő elbírálása során benyújtandó csatlakozási dokumentáció HMKE microsite-on rögzítésekor a **személyes adataimat, melyeket a rendelkezésére bocsájtottam megadja...**
Felhasználási hely címe: 1112 BUDAPEST, FACSEMETE u. 16. FSZ. 1.
Felhasználási hely azonosító: 22455196
Ügyszám: 607304369

.....az alábbi feltételekkel:

- A meghatalmazott a személyes adatokat kizárólag a HMKE microsite weboldalon a csatlakozási dokumentáció készítése során adhatja meg és más egyéb célra nem használja fel
- A meghatalmazott kijelenti, hogy a személyes adatokat harmadik félnek nem adja tovább, beleértve a weboldalon készített csatlakozási dokumentáció fizikai és digitális példányát
- A meghatalmazott a HMKE microsite-on készített dokumentációt kizárólag a meghatalmazónak és az elosztói engedélyesnek továbbítja
- A meghatalmazott kijelenti, hogy a tervezési munkálatok elvégzése után a személyes adatok biztonságáról vagy a meghatalmazó kérése esetén az engedélyezési eljárás sikeres lezárását követően azok biztonságos tárolásáról/törléséről gondoskodik

Az érintett rendszerhasználó jogosult arra, hogy a HMKE csatlakozási dokumentációt készítő tervező részére adott meghatalmazást a későbbiekben visszavonja, melyet az elosztói engedélyesnél kezdeményezhet. A meghatalmazás visszavonása esetén a tervező által rögzített személyes adatok a HMKE microsite-on indokolatlan késedelem nélkül törlésre kerülnek.

Az elosztói engedélyes adatvédelmi rendelkezéseiről bővebben weboldalunkon (https://elmuhalozat.hu/tarsasagunkrol/szabalyzatok/adatvedelmi-tajekoztato) és ügyfélszolgálati irodáinkban tájékozódhat. Ha élni kíván a GDPR szerint biztosított érintetti jogaival, kérjük, forduljon az adatvedelem@elmu.hu címen hozzánk bizalommal.

aláírás meghatalmazó

aláírás meghatalmazott

aláírás Tanú I.

aláírás Tanú II.

„HMKE csatlakozási dokumentáció”

A **1112 Budapest XI., Facsemete utca 16** felhasználási helyen létesítendő háztartási méretű kiserőmű csatlakozási dokumentációja.

Az erőmű típusa: **Naperőmű**
A rendszerhasználó: **Magánszemély**

Tervező neve:
Postacíme:
MMK kamarai szám:

Rendszerhasználó neve:
Postacíme:

Elosztói engedélyes:

Készült: Budapest, 2021-05-07

Tartalomjegyzék

Fedőlap..... 1

1. Adatlap magánszemély rendszerhasználó esetén..... 3

2. Termelő berendezés csatlakozási dokumentációja..... 4

2.1 A termelőegység általános bemutatása..... 4

2.2 A termelő berendezés villamos jellemzői..... 4

2.3 Termelőegység csatlakozási pontja..... 4

2.4 Termelőegység hibavédelme (érintésvédelme)..... 4

2.5 Termelőegység túlfeszültség védelem..... 4

2.6 Termelőegység hálózati visszahatása..... 5

2.7 Termelőegység galvanikus leválasztásának biztosítása..... 5

2.8 A termelő berendezés kialakítása..... 5

2.9 Egyéb megjegyzések..... 6

1. Adatlap magánszemély rendszerhasználó esetén:

Felhasználó és felhasználási hely adatai

Ügyszám:	607304369
Felhasználási hely címe:	1112 Budapest XI., Facsemete utca 16
Felhasználási hely azonosító:	22455196
Érintett elszámolási mérő gyári száma:	9902138728
Rendszerhasználó neve:	
Születési név:	
Anyja neve:	
Születési adatok:	
Elérhetőségek:	
Levelezési cím:	1112 Budapest XI., Facsemete utca 16

Műszaki paraméterek

Felhasználási hely csatlakozási módja:	**Egyfázisú**
Felhasználási helyen rendelkezésre álló teljesítmény:	L1: **32.00 A** L2: **0.00 A** L3: **0.00 A** Rendelkezésre álló teljesítmény: **7.36 kW**
Termelő berendezés teljesítménye:	L1: **16 A** Összegzett: **3.68 kW**
Termelő berendezés teljesítménye (összesítve):	L1: **16 A** Összesen: **3.68 kW**
Inverterek:	**1** db **HUAWEI: SUN2000L-3,68KTL-L1** Névleges teljesítmény: 3.68 kW Névleges áramerősség: 16 A fázisonként Fázisszám: 1 Termelő berendezés csatlakoztatása: L1
Felhasználási helyen alkalmazott érintésvédelmi mód:	TN
Ellátó hálózat leírása:	24. áramkör, Madárhegy lakópark IIII. tömb 53480
A telepítési hely jellege:	Társasházi lakás

Pénzügyi jellegű adatok

Állami/EU-s támogatás: **Igen**	Megtermelt többlet kiszámlázása engedélyes felé: **Igen**

Csatlakozási dokumentáció készítőjének adatai

Készítette:	
Dátum:	2021-05-07
Elérhetőségek:	Telefon: E-mail cím: kks.tervezes@gmail.com

2. Termelő berendezés csatlakozási dokumentációja

2.1 A termelőegység általános bemutatása:

A felhasználó napelemes energiatermelő rendszer kivitelezését határozta el. A termelő berendezés **DC oldali** villamos teljesítménye **4.44 kWp**, az inverter névleges AC oldali teljesítménye alapján meghatározott villamos teljesítménye **3.68 kVA.**

A felhasználó célja villamos energiafogyasztásának részbeni/teljes kiváltása megújuló energiaforrás felhasználásával működő termelő berendezéssel, illetve az elszámolási időszakban keletkező többlettermelés értékesítése.

2.2 A termelő berendezés villamos jellemzői

A termelő berendezés elemei közül egyedül az alkalmazható inverterre van előírás. Csak rendszerengedélyes inverter építhető be, az alkalmazott inverter megfelel az elosztó hálózati engedélyes előírásainak.

2.3 Termelőegység csatlakozási pontja:

Az elkészült tervek alapján a termelőegység a felhasználói hálózatra a fogyasztói főelosztón kialakított túláramvédelmi készüléken keresztül fix bekötéssel az **L1** fázisra csatlakozik. A tulajdoni határok jelölését is tartalmazó egyvonalas csatlakozási rajzot az 10. számú melléklet tartalmazza.

2.4 Termelőegység hibavédelme (érintésvédelme):

A DC oldali hibavédelem kettős szigetelés (II. osztály).

Az egyenáramú csatlakozások **BSD-G60MP9PHS-370** típusú elemek alkalmazásával készültek. A napelem DC oldali csatlakozódoboz az előírásoknak megfelelő, a dobozon figyelmeztető felirat és piktogram található, jelezve, hogy az aktív vezetők az inverterről való leválasztás után is feszültség alatt maradhatnak. Az inverterről való leválasztást a DC oldali satlakozódobozban elhelyezett szakaszolókapcsoló biztosítja.

Az AC oldali hibavédelem TN-S rendszer

A termelő berendezés AC oldali hibavédelme illeszkedik a fogyasztói berendezés érintésvédelmi megoldásához. Az inverter belső hibaáram relét (RCD) tartalmaz.

A napelem rendszer fém tartószerkezeteit be kell kötni az EPH hálózatba.

A szerelések elkészültével az érintésvédelem hatásosságáról méréssel kell meggyőződni. A mérési jegyzőkönyvet a műszaki átadási jegyzőkönyvhöz kell csatolni.

2.5 Termelőegység túlfeszültség védelem:

A termelő berendezés elemeit védeni kell a légköri, ill. hálózati túlfeszültségek hatásaitól. A túlfeszültség védelmi megoldást a telepítési helyen alkalmazott villámvédelmi kialakítás határozza meg:

- Villámvédelem nélkül az inverter egyen- és váltakozó áramú oldalán, valamint a csatlakozási ponton T2 típusú túlfeszültség védelmi készüléket kell elhelyezni.

- Villámvédelmi szabványnak megfelelő (MSZ EN 62305) a veszélyes megközelítés figyelembevételével kialakított rendszer esetén az inverter egyen- és váltakozó áramú oldalán T2 típusú, a csatlakozási ponton T1 típusú túlfeszültség védelmi készüléket kell elhelyezni.
- Villámvédelemmel rendelkező, de a villámvédelmi szabvány (MSZ EN 62305) által előírt veszélyes megközelítési távolság betartása nélkül kialakított rendszer esetén az inverter egyen- és váltakozó áramú oldalán, valamint a csatlakozási ponton T1 típusú Túlfeszültség védelmi készüléket kell elhelyezni.
- Ha az inverter a csatlakozási ponton elhelyezett túlfeszültség védelmi készülék védőtávolságán belül kerül elhelyezésre, AC oldalon elegendő csak a csatlakozási ponti túlfeszültség védelem kialakítása.

2.6 Termelőegység hálózati visszahatása:

A berendezés a várható hálózati visszahatás szempontjából megfelel az érvényben lévő Elosztói szabályzat előírásainak. A termelő berendezés által okozott hálózatszennyezések (relatív THD / flicker / feszültségváltozások stb.) nem nagyobbak az MSZ EN50160 szabványban meghatározott feszültségminőségi határértékek 1/5-énél. Az inverter által a hálózatba visszatáplált áram alakja szinuszos, nagyon alacsony harmonikus torzítással, a jelalakot folyamatos mikroprocesszoros szabályozás biztosítja.

2.7 Termelőegység galvanikus leválasztásának biztosítása:

A rendszer teljesen automatikusan üzemel. Amikor az inverter bemeneti feszültsége eléri a beállított bekapcsolási értéket, az inverter hálózatra kapcsolódik. Hálózati szinkron megszűnése (táplálás kimaradás) esetén az inverter azonnal leválik a hálózatról, zárlatra nem táplál, szigetüzemben nem képes működni. A fenti feltételeket az AC oldalon galvanikus leválasztást biztosító megszakító rendszer biztosítja, amit az inverterbe épített védelmi rendszer működtet. A védelem folyamatosan figyeli a csatlakozási pont villamos paramétereit (frekvencia, feszültség, impedancia), és a közcélú hálózaton, a felhasználó hálózatán vagy a termelő berendezésben bekövetkező hiba esetén működteti a megszakító rendszert. Az alkalmazott kapcsoló berendezés zárlati megszakító képessége biztosítja, hogy a beépítés helyén fellépő zárlati áramot károsodás nélkül elviselje.

Az elosztó hálózati engedélyes által javasolt védelmi beállítások a következők:

Feszültségcsökkenési védelem Un – 0,7Un	javasolt beállítás: 0,8 Un/5 min
Feszültségnövekedési védelem Un – 1,15Un	javasolt beállítás: 1,1 Un/1 min
Frekvencianövekedési védelem 50 Hz – 52 Hz	javasolt beállítás: 50,2 Hz/10 s
Frekvenciacsökkenési védelem 48 Hz – 50 Hz	javasolt beállítás: 49,8 Hz/10 s
Hálózatra kapcsolódás késleltetése 30 s – 300 s	javasolt beállítás: 300 s
Egyenáramú védelem	javasolt beállítás: 3 A/5 s
Frekvenciafüggő teljesítmény szabályozó küszöbfrekvencia: 50,2-52Hz	javasolt beállítás: 50,2 Hz/0s
Teljesítményszabályozás meredeksége: 40% PM/Hz	
Hálózatra kapcsolódás késleltetése: 5min	

Lekötött teljesítményben változás nem történik, a mérőberendezés a meglévő készülék helyére kerül felszerelésre, mérőszekrény cserére nem kerül sor. A mérőhely fényképét a 8. melléklet tartalmazza.

2.8 A termelő berendezés kialakítása:

A telepítési hely térképszelvényét/tulajdoni lap másolatát a mellékletek dokumentum „4. Csatolmányok” pontja tartalmazza.

Ha a termelő berendezés tulajdonosa és a telepítési hely tulajdonosa nem azonos, szükséges a telepítési hely tulajdonosának hozzájáruló nyilatkozata, melyet a mellékletek dokumentum „4. Csatolmányok” pontja tartalmaz.

2.9 Egyéb megjegyzések, melyeket az elosztói engedélyes tudtára hoznak:

„HMKE csatlakozási dokumentáció mellékletei”

A **1112 Budapest XI., Facsemete utca 16** felhasználási helyen létesítendő háztartási méretű kiserőmű csatlakozási dokumentációja.

Az erőmű típusa: **Naperőmű**

A rendszerhasználó: **Magánszemély**

Tervező neve:
Postacíme:
MMK kamarai szám:

Rendszerhasználó neve:
Postacíme:

Elosztói engedélyes:

Készült: Budapest, 2021-05-07

Tartalomjegyzék

Fedőlap..... 1

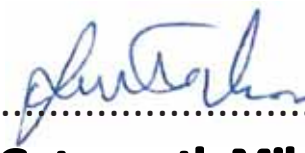
1. Tervezői nyilatkozat..... 3

2. Forgalmazói nyilatkozat..... 4

3. Termelői nyilatkozat..... 5

1. Tervezői nyilatkozat

A csatlakozási dokumentáció a jogszabályok, vonatkozó szabványok előírásainak figyelembevételével, illetve szabványtól való eltérés esetén azzal legalább egyenértékű biztonságot adó kivitelben készült.



.....

Gutermuth Miklós

13-13316

MMK kamarai szám

2. Forgalmazói nyilatkozat

Tárgya: A(z) KKS - ENERGY KFT. által forgalmazott **1 db HUAWEI SUN2000L-3,68KTL-L1** típusú Inverter(ek) hálózati visszahatás követelményeinek teljesítése.

Beépítés helye: **1112 Budapest XI., Facsemete utca 16**

A(z) KKS- ENERGY KFT., mint forgalmazó nyilatkozik, hogy

- a tárgyi inverter(ek) rendelkezik(nek) - közcélú, kisfeszültségű villamos energia hálózatra történő csatlakoztatáshoz - független minősítő szervezet által, hálózati visszahatások szempontjából kiállított Minősítési Tanúsítvánnyal
- a fent említett Minősítési Tanúsítvány megfelel a vonatkozó magyarországi törvények, rendeletek, szabványok és egyéb jogszabályok előírásainak és azok követelményeinek
- a(z) KKS- ENERGY KFT. által Magyarországon értékesített tárgyi berendezés(ek) megfelelnek az ELMŰ Hálózati Kft. által előírt és a(z) **Vojnits Tamás Zsigmond** részére átadott, hálózati visszahatásokra vonatkozó határértékeknek és egyéb követelményeknek, és teljesíti(k) azokat
- forgalmazóként eleget tesz a fenti berendezés(ek) magyarországi forgalmazásával, beépítésével, üzemeltetésével, a környezetre gyakorolt hatásával kapcsolatos követelményeknek és az egyéb idevonatkozó feltételek, jogszabályok, rendeletek előírásainak, kötelezettségeinek
- amennyiben a fentiek ellenére a nyilatkozó által forgalmazott tárgyi készülék(ek) - beépítés(ük) után - bármely telepítési esetben mégis túllépi(k) a nevezett kritériumokat, úgy az ezzel kapcsolatos minden következményért a(z) KKS-ENERGY KFT. vállalja a teljes körű felelősséget.

KKS-Energy Kft.
1188 Budapest,
Póth Irén u. 82/B/1.
Adószám: 27035249-2-43

Készült: Budapest, 20 21. 05. 07.

forgalmazó

3. Termelői nyilatkozat

Telepítés címe: **1112 Budapest XI., Facsemete utca 16** (felhasználási hely azonosító: **22455196**)
Rendszerhasználó:
Berendezés: **1** db **HUAWEI SUN2000L-3,68KTL-L1** tip. inverter csatlakoztatásával, primer energia: **3.68** kW

Alulírott rendszerhasználó nyilatkozom, hogy:

- A közcélú elosztó hálózatba villamos energiát **kívánok / nem kívánok** betáplálni. (A választott rész aláhúzandó.)
- A közcélú elosztó hálózatba betáplált villamos energia vonatkozásában a szaldó elszámolást a területileg illetékes egyetemes szolgáltatóval, vagy kereskedővel **kötött / módosított** (A választott rész aláhúzandó.) villamosenergia-vásárlási szerződés érvényességi ideje alatt **igénybe veszem / nem veszem igénybe.** (A választott rész aláhúzandó.)
  Ha igénybe veszem a szaldó elszámolási módot a(z) érintett:
  I. Egyetemes szolgáltató neve: ELMŰ HÁLÓZATI KFT.
  II. Kereskedő neve: ELMŰ – ÉMÁSZ ENERGIASZOLGÁLTATÓ ZRT.
  Tudomásul veszem, hogy amennyiben a közcélú elosztó hálózatba villamos energiát kívánok betáplálni, és a nevezett egyetemes szolgáltatóval, vagy kereskedővel a HMKE üzembe helyezése után szaldó elszámolásra vonatkozó megállapodással nem rendelkezem a hálózatba összesen betáplált és vételezett villamos energiára vonatkozó szaldó mennyiség tekintetében az Elosztói Engedélyesek általi ellenérték fejében történő átvételre nem tarthatok igényt."
- HMKE berendezés üzembe helyezése illetve üzemeltetése során az esetlegesen fellépő hálózati zavartatások Elosztói Engedélyesek költségén történő kontroll méréseinek elvégzéséhez a felhasználói berendezésemen, és/vagy a csatlakozási ponton hozzájárulásomat adom, és fojtótekercs, kompenzáló berendezés, szűrőkör beépítése szükségességének Elosztói Engedélyesek által történő bizonyítása esetén, a felhasználói berendezésemen (ide értve a HMKE teljes berendezését is) történő beépítését és beruházási költségviselését vállalom.
- Az alkalmazott berendezés által keltett zavarok egyenként és összességében sem haladják meg a vonatkozó szabvány (MSZ 50160) előírásait. A hálózatba visszatáplált áram maximális felharmonikus tartalma THDi < 5%. Üzembe helyezés után az erre vonatkozó kontroll mérések elvégzéséhez hozzájárulásomat adom.
- A villamos energia termelő berendezés, mely fixen beépített eszközökön keresztül csatlakozik a hálózatra, el van látva túlfeszültség elleni védelemmel, illetve olyan védelemmel, mely a közcélú kisfeszültségű hálózat irányából a hálózati feszültség kimaradása esetén az automatikus és galvanikus leválasztást 200 ms-on belül biztosítja. Tudomásul veszem, hogy a közcélú kisfeszültségű hálózatra való visszakapcsolásra csak a hálózati feszültség tartós visszatérését követően, legalább 5 perc elteltével kerülhet sor.
- A beépített inverter rendelkezik - közcélú, kisfeszültségű villamos energia hálózatra történő csatlakoztatáshoz - független minősítő szervezet által, hálózati visszahatások szempontjából kiállított minősítési tanúsítvánnyal. Az alkalmazott inverter a(z) KKS-ENERGY KFT. forgalmazásában került értékesítésre.
- Tudomásul veszem, hogy az elosztói engedélyes területén a csatlakozó kiserőműi egységek ki vannak téve a közcélú hálózati védelmek alapműködését képező gyors (GVA) és lassú (LVA) visszakapcsolási műveletek, a tápponti transzformátor átkapcsoló automatikák (ETRA) okozta, általában rövid idejű üzemszüneteknek, továbbá más (nem a kooperációt biztosító) vonalakon bekövetkező zárlati eseményeknek. Ezen eseményeket normál hálózati eseményeknek tekintem, az ebből, illetve a kiserőmű működéséből adódó hálózati visszahatásokból eredő károk megtérítése iránt az elosztói engedélyes felé semmilyen igénnyel nem élek.

Budapest, 2021. 05. 07.

Rendszerhasználó: .....
meghatalmazott:

elmű hálózat

Műszaki gazdasági tájékoztató
Ügyszám: 607304369

Budapest XI.
Facsemete utca 16 fszt. 1.
1112

Budapest, 2021.05.06
Ügyiratszám: 607304369

6 0 7 3 0 4 3 6 9

Ügyintézőnk: Contact Center
Telefonszám: 06-1-238-3838, 06-20/30/70-978-56-11
Levelünk jele: 6301700/DSOHCSOMU/228537/2021/H
Ügyintézőjük:
Telefonszám:

Elosztói felhasználási hely azonosító 22455196
Felhasználási hely 1112 Budapest XI. , Facsemete utca 16 1 1722/76

Igénylő neve:
Igénybejelentés célja: Igénybej.-Teljesítmény bővítés
Várható árszabás (Elosztói): Kisfeszültség I. árcsoport

Igényelt teljesítmény 1. csatlakozási ponton		**Fázisonként**		
Minden napszakban	7,36 kVA	32 A	0 A	0 A
Vezérelt időszakban				
Meghosszabbított vezérlési idővel				
Betáplálásra	3,68 kW	16 A	0 A	0 A
Csatlakozási pont (tulajdonjogi határ)	Csatl. vez. végpontja			
Meglévő csatlakozó vezeték	Földkábel			
Létesítendő csatlakozó vezeték	Meglévő			
Csatlakozási pont feszültségszintje	kis			
Mérés feszültségszintje:	0,4 kV (kisfeszültség)			
Csatl.vezeték földfelszínre vetített hossza	méter			

Jelenleg rendelkezésre álló teljesítmény 1. csatlakozási ponton		**Fázisonként**		
Rendelkezésre álló teljesítmény:	7,36 kVA	32 A	0 A	0 A

Közcélú elosztóhálózatunk kisfeszültségű csatlakozási pontján TN-C rendszerben állunk rendelkezésre.
Hálózatunkról közvetlenül, vagy közvetve, csak a mindenkori hatályos jogszabályok, elosztói szabályzat, elosztói üzletszabályzat és az MSZ-EN 50160:2008; MSZ-EN 50160:2008 V; MSZ-EN 50160:2011 szabványlapok előírásainak megfelelő berendezés, készülék, vagy eszköz üzemeltethető.
A fogyasztásmérőhely, méretlen- és mért fővezeték kialakításának elosztói engedélyes érdekkörébe tartozó feltételeit a mindenkori hatályos Villamos energia törvény, az elosztói szabályzat, az elosztói üzletszabályzat és az MSZ 447:2019 szabvány együttesen határozzák meg. A mérőhely kivitelezését elfogadott kiviteli terv alapján, vagy a csatlakozási ponton, típus azonosítószámmal azonosított, rendszerengedélyes mérőszekrény alkalmazásával, regisztrált villanyszerelő által kivitelezői nyilatkozattal tanúsított módon lehet megtenni.

Tájékoztatjuk, hogy 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet 14/B. §-nak megfelelően, ha új csatlakozás vagy teljesítménybővítés során az igény eléri, vagy meghaladja a 3x32 Ampert (illetve 3x80A-nél nem nagyobb), abban az esetben az elosztói engedélyes okosmérőt szerel fel a felhasználási helyen. Bővebb információ ügyfélszolgálatainkon nyomtatott formában, vagy az alábbi linken érhető el:
https://elmuhalozat.hu/tudnivalok/fogyasztas-es-fogyasztasmeres/okos-meres

Engedélyes létesíti: Fogyasztásmérő cseréje, Zárópecsét elhelyezése	
Igénylő létesíti: Szerelés nem szükséges	
Csatlakozási alapdíj	0 HUF
Csatlakozóvezeték létesítési díj becsült összege*	0 HUF
Az igényelt egyéb szolgáltatás becsült költsége	0 HUF
Becsült fizetendő díj összesen	0 HUF

* A rendszerhasználó újbekapcsolás esetén összesen 32 Amper igényelt csatlakozási értékig mentesül a csatlakozó vezeték díj és a csatlakozási alapdíjfizetés alól. 32 Amper csatlakozási érték feletti összesített teljesítmény feletti igény esetén, ha a csatlakozóvezeték földfelszínre vetített tényleges hossza meghaladja a becsült hosszat - melyet a Felhasználó a helyszíni szereléskor kiállított munkalapon aláírásával igazol -, akkor a többlet hossz díja utólag kiszámlázásra kerül. A csatlakozóvezeték létesítés szabadvezetékes csatlakozás esetén 30 m-ig, kábelcsatlakozás esetén 15 m-ig díjmentes.
Tájékoztatjuk Önöket, hogy a műszaki-gazdasági tájékoztatónk elfogadása esetén, szíveskedjenek az alábbiakat figyelembe venni:

- Földkábeles csatlakozó tervezésének és létesítésének átfutási ideje – a hatósági engedélyezési eljárások időszükséglete miatt - több hónapot is igénybe vehet.
- A földkábel létesítése csak megfelelő időjárási körülmények között és az Önkormányzatok munkavégzési engedélyével lehetséges, ezért általában november 15. és március 15. között nem lehet kábelt létesíteni!

A csatlakozási alapdíj és a csatlakozóvezeték díj becsült összege a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény (VET), valamint a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal által kiadott, a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és külön díjak mértékéről szóló 15/2016. (XII. 20.) MEKH rendelet alapján került kiszámításra.
A tájékoztatóban közölt díjtételek az ÁFA-t tartalmazzák.

ELMŰ Hálózati Kft.
1132 Budapest, Váci út 72-74.

elmű hálózat

Műszaki gazdasági tájékoztató
Ügyszám: 607304369

Egyéb feltételek: 24. áramkör, Madárhegy lakópark IIII. tömb 53480 A termelő berendezést az ad-vesz mérésre alkalmas fogyasztásmérő felszerelését megelőzően tilos hálózatra kapcsolni!
Szükséges dokumentumok: HMKE csatlakozási terv, HMKE kivitelezői készrejelent.

A csatlakozási alapdíj és a csatlakozóvezeték létesítési díj előre fizetendő, az igényelt egyéb szolgáltatás ellenértékét pedig a műszaki teljesítést követően kell kiegyenlíteni.

Amennyiben a tájékoztató feltételeit elfogadják, kérjük 1 példányt aláírást követően juttassanak vissza részünkre, hogy a befizetéshez szükséges rendelésszámot megadhassuk. A csatlakozási díjakat csekken vagy átutalással, illetve Ügyfélszolgálati irodáinkon bankkártyával is teljesítheti. Átutalási fizetési mód esetén a csatlakozási alapdíj befizetésének határideje a rendelésszámról szóló tájékoztató kézhezvételét követő 8. munkanap.

Bankszámlaszám: 10300002-10295614-49020025

Társaságunk a számviteli előírásoknak megfelelően számlát csak a pénzügyi teljesítést követően tud kiállítani.
A bekapcsolás és a hálózathasználat rendelkezésre állásának időpontja: hálózatcsatlakozási szerződés alapján
Az igénybejelentő által a tényleges rendelkezésre állást követően fizetendő díjakat a mindenkor hatályos árszabási rendelet alapján kell megfizetni.

A jelen tájékoztatóban közölt feltételek elfogadásának határideje: 2021.08.06.

Jelen tájékoztatóban foglalt ajánlat az Ön által megadott adatok alapján készült. A nem megfelelő minőségű adatszolgáltatásból adódó következményekért az elosztói engedélyest felelősség nem terheli.

Engedélyes vagy képviselője
ELMŰ Hálózati Kft.
1132 Budapest, Váci út 72-74.

A tájékoztatóban foglaltakat teljes mértékben elfogadom.

2021. 05. 01.
Dátum

Igénybejelentő aláírása
meghatalmazott

A következő részt a földkábeles csatlakozó létesítésével járó igények esetén, a helyszíni felméréskor kell kitölteni.

Kérjük a megfelelőt aláhúzni:

Műszaki-gazdasági tájékoztatót:	Igénylő aláírása
• Átvettem	
• Nem fogadom el, kérem az igény törlését	
• Nem átadható	nem szükséges aláírni

Dátum: _____

Tulajdonosi nyilatkozat

Alulírott (születési hely, idő: .....;
anyja neve: .....; lakcíme: 1112 BUDAPEST, FACSEMETE u. 16. fsz. 1.
....., mint a 1112 BUDAPEST, FACSEMETE u. 16. fsz. 1.
alatti ingatlan 1/2 arányú tulajdonosa (a továbbiakban: „Tulajdonos"),

tulajdonosi hozzájárulásomat adom az ingatlanra tervezett háztartási méretű napelemes kiserőmű telepítési helyszíne szerint illetékes elosztói engedélyest érintő eljárások elvégzéséhez (naperőmű hálózatcsatlakozási eljárásai) és a háztartási méretű napelemes kiserőmű telepítéséhez.

.....
Tulajdonos

Kelt.: Bp., 2021.03.31.

Előttünk, mint tanúk előtt:

Tanú 1

Aláírás: .....

Tanú 2

Aláírás: .....

Tulajdonosi nyilatkozat

Alulírott ..... születési hely, idő: .....,
anyja neve: .....; lakcíme: 1112 Budapest, Facsenete u. 16 fa. 1.
....., mint a 1112 Budapest Facsenete u. 16 fa. 1.
alatti ingatlan 1/2 arányú tulajdonosa (a továbbiakban: „Tulajdonos"),

tulajdonosi hozzájárulásomat adom az ingatlanra tervezett háztartási méretű napelemes kiserőmű telepítési helyszíne szerint illetékes elosztói engedélyest érintő eljárások elvégzéséhez (naperőmű hálózatcsatlakozási eljárásai) és a háztartási méretű napelemes kiserőmű telepítéséhez.

.....
Tulajdonos

Kelt.: Bp., 2021. 03. 31.

Előttünk, mint tanúk előtt:

Tanú 1

Aláírás: .....

Tanú 2

Aláírás: .....





E-KÖZMŰ

HMKE Igénybejelentés

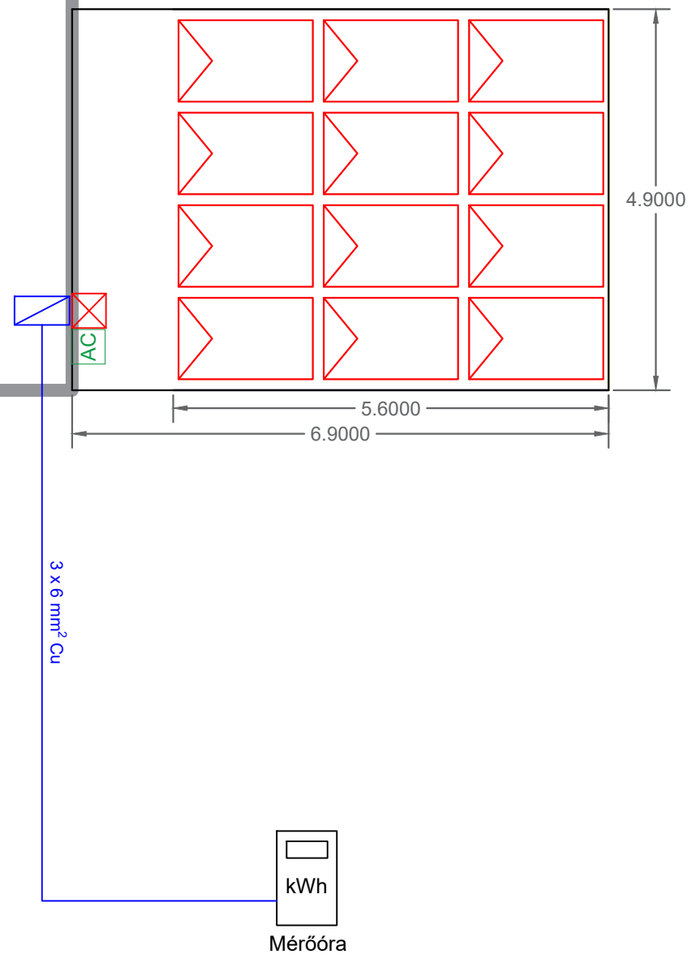
1112 Budapest, Facsemete utca 16. Fsz.1.

- Hírközlés
- Szénhidrogén
- Távhő
- Villamos energia
- Vízellátás
- Vízelvezetés

Készült az E-közmű rendszerben (2021. 04. 13.). Az adatok tájékoztató jellegűek.

SZTRING KIOSZTÁS					
Inverter	**Sztring 1**	**Modulok száma (db)**	**AC teljesítmény (kVA)**	**DC teljesítmény (kWp)**	**DC/AC arány (%)**
Huawei SUN2000-3.68KTL-L1	1	12	3.68	4.44	120.6

Társasház



JELMAGYARÁZAT

- Napelem modul
- Lakáselosztó
- Inverter
- AC doboz
- Mérőóra

RENDSZER JELLEMZŐK		
TETŐ		
TETŐ TÍPUSA	Fél nyeregtető	
TETŐ TÁJOLÁSA	DK - 45°	
TETŐ ÉS NAPELEMEK DŐLÉSSZÖGE	12°	
NAPELEMEK		
NAPELEM GYÁRTÓ	BSD	
NAPELEM TÍPUS	BSD-G60MP9PHS-370W	
NAPELEM DARABSZÁM	12	db
INVERTER		
INVERTER GYÁRTÓ	Huawei	
INVERTER TÍPUS	SUN2000-3.68KTL-L1	
INVERTER DARABSZÁM	1	db
BEÉPÍTETT KAPACITÁS		
4.44		**kWp**

REVÍZIÓK							
	3						
	2						
	1						
	0	2021.05.07.	Deák Csaba Mihály				
	No	Dátum	Készítette:		Ellenőrizte:		Módosítás tárgya:

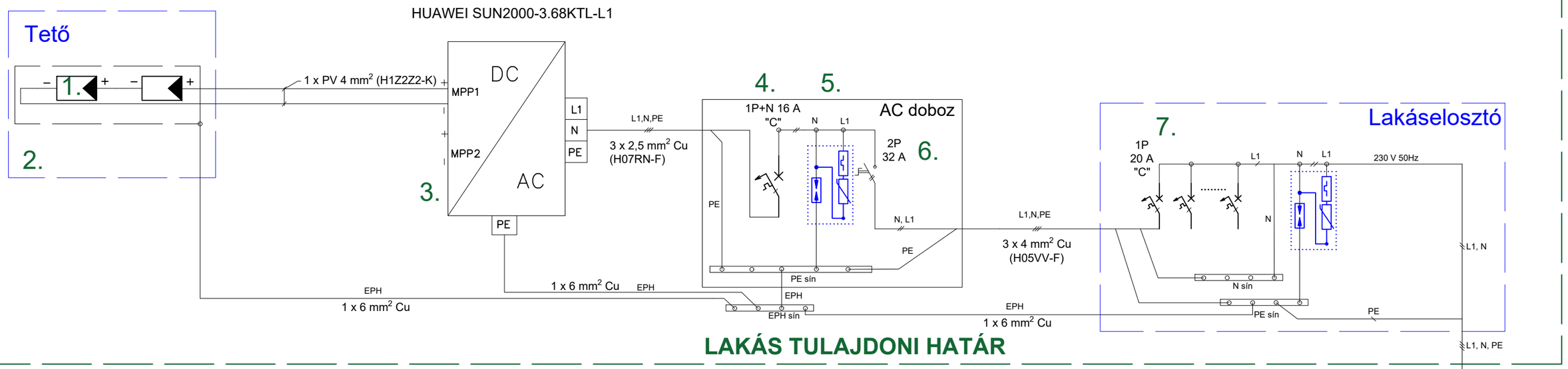
Projekt:
DEÁK CSABA 3.68 KVA AC BEÉPÍTETT TELJESÍTMÉNYŰ HÁZTARTÁSI MÉRETŰ NAPELEMES KISERŐMŰ–SZAKDOLGOZAT

Telepítési hely:
1112 Budapest,
Facsemete utca 16.
(hrsz: 1722/76)

Tervező:
DEÁK CSABA

Rajz megnevezése: Elrendezési rajz
Rajzszám: Deák–T–01

Formátum:	Méretarány:	Oldalszám:
A3L	1:125	1/2



1. Napelem paraméterek	
Gyártó és típus: BSD-G60MP9HPS-370W	
Névleges teljesítmény (W_p)	370
Üresjárási feszültség (V_{oc}) [V]	40.81
Rövidzárási áram (I_{sc}) [A]	11.54
Max. névleges feszültség (V_{mp}) [V]	34.42
Max. névleges áram (I_{mp}) [A]	10.75
Névleges hatásfok (STC) [%]	20.00
Max. rendszerfeszültség [V]	1500

2. Sztring adatok	
Sztringek száma:	1
Sztring 1	
Napelemek száma/sztring [db]	12.00
Sztring feszültség [V]	413.04
Sztring üresjárási feszültség [V]	489.72
Sztring névleges árama [A]	10.75
Sztring rövidzárási árama [A]	11.54

3. Inverter paraméterek	
Típus	Huawei SUN2000-3.68KTL-L1
DC bemenetek száma [db]	2 (1/MPP)
Max. DC teljesítmény [kW]	5.52
Max. DC bemeneti áram [A]	12,5
Max. DC bemeneti feszültség [V]	600
Névleges MPP fesz. Tart. [V]	90 - 560
Névleges AC kimeneti teljesítmény [kW]	3.68
Névleges AC látszólagos teljesítmény [kW]	3,68
Max. kimeneti áram [A]	16
Névleges hatásfok (EU) [%]	>97.3
Fázisszám [db]	1
Névleges kimeneti feszültség [V]	230 Vac
Névleges kimeneti frekvencia [Hz]	50 / 60
Teljes harmonikus torzítás (THD) [%]	<3
Teljesítmény tényező	0.8

3. Inverter védelmi beállítások	
Feszültségcsökkenési védelem Un-0,7Un	0,8 Un / 5 min
Feszültségnövekedési védelem Un-1,15Un	1,1 Un / 1 min
Frekvencianövekedési védelem 50Hz-52Hz	50,2 Hz / 10 s
Frekvenciacsökkenési védelem 48Hz-50Hz	49,8 Hz / 10 s
Hálózatra kapcsolódás késleltetése 30s-300s	300 s
Egyenáramú védelem	3 A / 5 s
Frekvenciafüggő teljesítmény szabályozó küszöbfrekvencia: 50,2 - 52 Hz	50,2 Hz / 0 s
Teljesítményszabályozás meredeksége: 40% PM / Hz	40% PM / Hz
Hálózatra kapcsolódás késleltetése: 5 min	5 min

4. AC túláram- és zárlatvédelem az Inverternél	
Típus	Legrand - 1C 16A 6kA RX3 419202
Pólusszám [db]	1
Névleges áram [A]	16
Zárlati megszakítóképesség [kA]	6
Kismegszakító kioldási karakterisztika	C

5. AC túlfeszültségvédelem az Inverternél	
Típus	Weidmüller - VPU AC I 1+1 300 / 12.5
Védelem típusa	I. típus, II. típus
Méretezési feszültség [V]	240
Névleges levezetőkép. (80/20 µs) [kA]	20
Villám áramlökés (10 / 350 µs) kA	50
Védelmi szint [kV]	1,5

6. AC leválasztókapcsoló	
Típus	OMU System SMD 332DI 3P
Névleges áram	32A
Névleges feszültség	415 V
Névleges lökőfeszültség állóság	8 kV

7. AC túláram- és zárlatvédelem	
Típus	Legrand - 1C 20A 6kA RX3 419203
Pólusszám [db]	1
Névleges áram [A]	20
Zárlati megszakítóképesség [kA]	6
Kismegszakító kioldási karakterisztika	C

REVÍZIÓK	No	Dátum	Készítette:		Ellenőrizte:		Módosítás tárgya:
	3						
	2						
	1						
	0	2021.05.07.	Deák Csaba Mihály				

Projekt:
DEÁK CSABA 3.68 KVA AC BEÉPÍTETT TELJESÍTMÉNYŰ HÁZTARTÁSI MÉRETŰ NAPELEMES KISERŐMŰ–SZAKDOLGOZAT

Telepítési hely:
1112 Budapest,
Facsemete utca 16.
(hrsz: 1722/76)

Tervező:
DEÁK CSABA

Rajz megnevezése: Egyvonalas összefüggési rajz
Rajzszám: Deák–T–02

Formátum:	Méretarány:	Oldalszám:
A3L	–	2/2