



SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve: Keszthelyi Máté

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T008188/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Keszthelyi Máté

Szaktervezési száma: SZD21090213458097

Törzskönyvi száma: T008188/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: HMKE tervezése és engedélyeztetése a különböző áramszolgáltatók gyakorlatában

A dolgozat címe angolul: Design and licensing of Small Household Power Plants in the practice of different electricity suppliers

A feladat részletezése: 1. Szakirodalmi kutatás (termékkatalógusok, jogszabályok, szabványok, folyóirat cikkek): napelemek, tartószerkezetek, inverterek, vezetékek, áramszolgáltatói elvárások

2. Berendezések kiválasztása, méretezése

3. Kiviteli terv elkészítése

4. Költségek és megtérülési idő számítása

5. Engedélyeztetés menete a különböző áramszolgáltatóknál (ELMŰ, E-ON, Opus Titász)

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szaktervezési feladatot: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 15.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....

belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott 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 15.

.....
hallgató aláírása

HMKE tervezése és engedélyeztetése a különböző áramszolgáltatók gyakorlatában

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	7
2. A háztartási méretű kiserőmű.....	8
2.1. Napelem	10
2.2. Inverter	13
2.3. Védelmek	16
2.4. Szekrények	17
2.5. Tartószerkezet	18
3. Tervezési feladat kiinduló paraméterei	19
3.1. Műszaki, szakmai elvárások.....	20
4. Tervezési feladat megvalósítása.....	21
4.1. Napelemek elhelyezése és kiválasztása.....	21
4.1.1. Tartószerkezet kiválasztása, méretezése	23
4.2. Inverter kiválasztása.....	25
4.3. Vezeték méretezés.....	28
4.3.1. DC oldal	28
4.3.2. AC oldal	30
4.4. Védelmek kiválasztása	32
4.4.1. DC oldali védelmek.....	32
4.4.2. AC oldali védelmek.....	33
4.5. Szekrények kiválasztása, felépítése.....	34
4.6. Tervek.....	36
5. Termeléssel, megtérüléssel kapcsolatos számítások	40
6. Engedélyeztetés a különböző áramszolgáltatók gyakorlatában	41
6.1. Igénybejelentés.....	43
6.2. Meghatalmazás.....	47

6.3. Műszaki gazdasági tájékoztató (MGT)	47
6.4. Csatlakozási dokumentáció	49
6.4.1. ELMŰ (és Émász) esetén	49
6.4.2. E.ON, OPUS és Démász esetén	50
6.5. Készre jelentés.....	51
Összefoglaló	56
Summary	57
Irodalomjegyzék.....	58
Mellékletek.....	62

1. Bevezetés

Az Országgyűlés 2008. január 1-jétől hatályba léptetett egy új törvényt a villamos energiáról (VET), mely törvény meghatározta a kiserőművek egy speciális csoportját, az úgynevezett háztartási méretű kiserőműveket (HMKE). Ez olyan kiserőmű, amely kisfeszültségű hálózatra csatlakozik, valamint a csatlakozási teljesítménye nem haladja meg az 50 kVA-t. Ez lehet szélérőmű, naperőmű, vagy bármely más technológiával működő kiserőmű. [9]

Én a 2021-es év februárjában ismerkedtem meg közelebbről a HMKE-vel, mikor gyakornoki pozícióba kerültem egy vállalkozáshoz, mely sok más mellett napelemes rendszerek tervezésével és kivitelezésével is foglalkozik. Egyből felismertem ezekben a rendszerekben a lehetőséget.

Egyrészt, mint felelősségtudó fiatal, hogy az egyre jobban növekvő energiaigénye az emberiségnek felemészti a bolygónkat és ezért olyan lehetséges megoldások felé kell fordulnunk, mely kíméletes a környezetünkkel szemben.

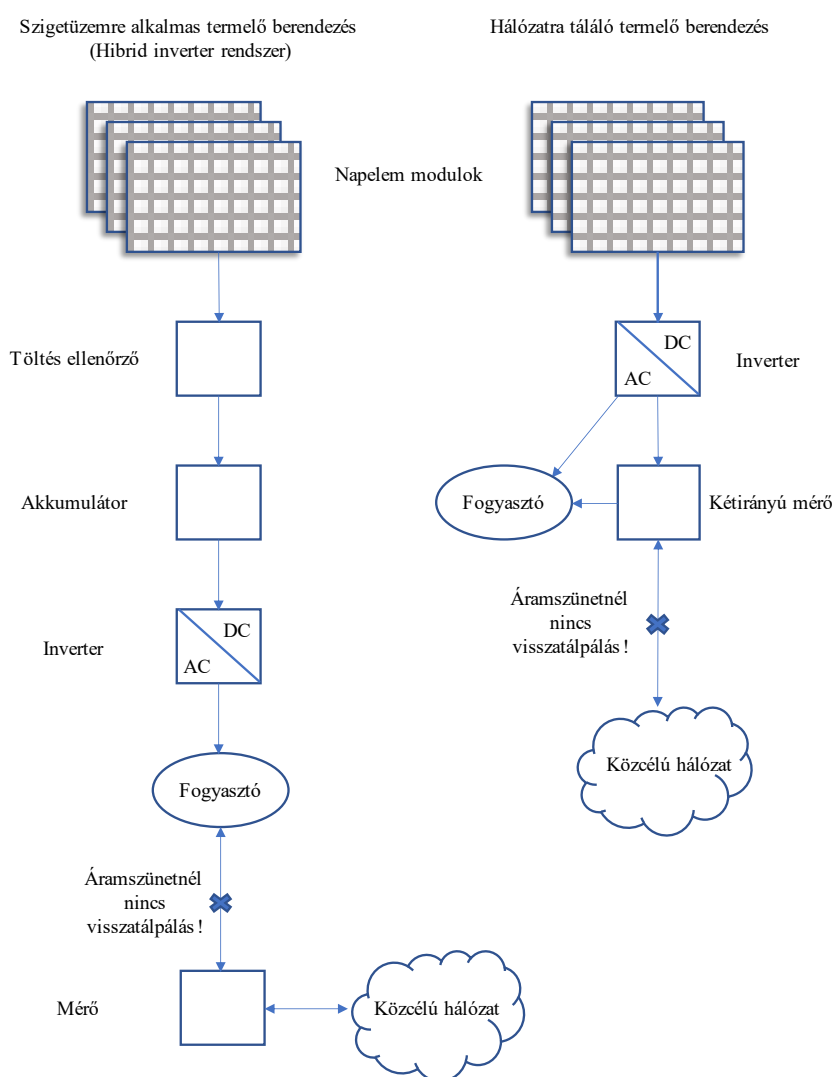
Másrészt, mint vállalkozó szellemű egyetemista, aki tudását és kitartását szeretné kamatoztatni annak érdekében, hogy a lehető legtöbbet elérje az életben és örül, hogy ez az gondolkodása a Föld érdekeit is szolgálja.

A jövőt tekintve külön öröm, hogy számos ország támogatja egyre nagyobb mértékbe a megújuló energiaforrásokat, ez alól Magyarország sem kivétel. A Nemzeti Energiastratégia szerint az itthon jelenleg regnáló kormány célja, hogy 2030-ra legalább 200 ezer háztartás rendelkezzen átlagosan 4kW teljesítményű napelemes erőművel, ez legalább 800 MW-os kapacitást elérést jelenti. [7]

Amennyiben a beépített kapacitáson felül a kitűzött HMKE-vel rendelkező háztartások számát is tartani szeretnék, akkor nagy szükség lesz olyan precíz és igényes munkaerőkre, új vállalkozásokra, melyek megtervezik és kivitelezik ezeket a rendszereket. Ehhez szolgáljon *útmutatóul* a szakdolgozatom, melyben szeretném megmutatni, hogy egy napelemes rendszer milyen komoly tervezői és kivitelőzi feladat, valamint milyen sokrétű a hozzá tartozó engedélyeztetési folyamat.

2. A háztartási méretű kiserőmű

A HMKE-k létesítésének komplex célja a megújuló napenergia hasznosítása, környezeti, főleg üvegházhatású környezetet terhelő hatások csökkentése és akár a tulajdonosoknak jövedelemtermelés, vagy költségcsökkentése is lehet. Működési elve szerint a föld felületére érkező direkt és szórt elektromágneses sugárzás energiáját, fotovoltaiikus átalakítással, váltóáramú konvertálás után a *hálózatra tálpáló, azaz szigetüzemre képtelen termelő berendezés* esetén a saját fogyasztói hálózattal párhuzamosan járó villamosenergia-forrássá alakítja át. [10] [14]

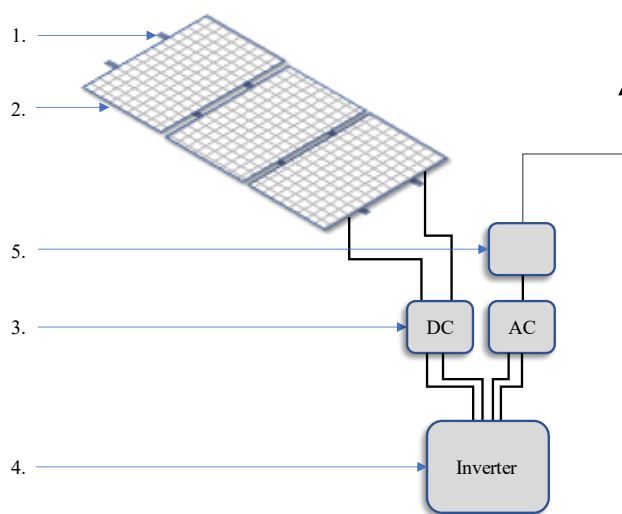


1. ábra HMKE rendszerek hálózatra kapcsolás szerint

Az 1. ábrán lévő szigetüzemű rendszer vázlata egy *hibrid inverteres* variációt mutat. Ez egy tárolókapacitással, azaz akkumulátorteleppel, speciális szigetüzemre képes áramátalakítóval felépített rendszer. Lényege, hogy a közcélú hálózaton bekövetkező bármilyen okból kifolyó áramkimaradás esetén teljesen lekapcsolódik a hálózatról és az akkumulátortelepből biztosítja tovább a villamos berendezések működéséhez szükséges energiát. [14]

Még szigetüzemre képes megoldás a „*Közvetlen váltakozó áramú generátoros rendszer, amely teljesítményszabályozásra alkalmas, a közcélú hálózaton bekövetkező áramkimaradás esetén a közcélú hálózatról lekapcsolódik, és a generátor kapacitásáig biztosítja a felhasználó villamos berendezéseinek működéséhez szükséges energiát. Az áramkimaradás megszűnése után visszaáll közcélú hálózati táplálásra.*” [14]

A dolgozatomban a hálózatra visszatápláló fajta termelői berendezéssel foglalkozom, ennek legfontosabb részeit a 2. ábra prezentálja.



2. ábra HMKE rendszer elvi felépítése

1. Napelem
2. Tartószerkezet
3. Szekrények, kábelek
4. Inverter
5. Ad-vesz mérő

2.1. Napelem

Az első áramot termelő napelemet Charles Fritts készítette 1885-be. *„Egy tábla szelént vékony, félig átlátszó aranyfilmmel vont be ... ami folyamatosan tudott áramot termelni”*. Mint manapság, akkoriban is az ehhez szükséges anyagok igen drágák voltak, így hosszú évekre feledésbe merült ez a találmány. Az 1950-es években újra elővették és elkészült az első tükröződést tompító megoldással készült panel. Ez 4%-os hatásfokkal működött. [15] Innentől kezdve lassú, de annál hatékonyabban fejlődik mai napig ez az új korszakot jelentő felfedezés.

Működési elv:

Leegyszerűsítve a napelem panel úgy működik, hogy elősegíti a fotonok (fényrészecskék) elektronjainak gerjesztését, így elektronáramlást generál. A napelemeket fotovoltaiikus cellák alkotják, melyek fotovoltaiikus elemekből épülnek fel. Ezek az elemek elektromos mezőt hoznak létre. Ez a mező akkor jön létre, ha az ellenkező polaritású töltések elválasztódnak. Hogy ez megvalósuljon a szilícium cellákat szennyezik más anyagokkal, így lesz minden cella pozitív vagy negatív elektromos töltésű. Ha ez a technológia összeáll, akkor beszélhetünk fotovoltaiikus energiáról. [15]

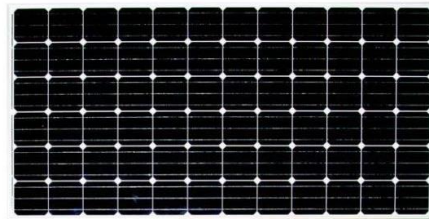
Típusok:

Manapság a szilícium alapanyagú napelemek a dominánsak a piacon. Nem csoda, hisz a szilícium az elektronika legfontosabb félvezető anyaga. Ebből az alapanyagból forma szerint létezik amorf, vagy kristályos, amin belül mono-, illetve polikristályos.

A *kristályos panelek* előnye, hogy kiforrott technológiát alkalmaznak a gyártásához, jó és stabil hatásfokúak. Ámde igen vastag szilícium rétegre van szükség ilyen nagy hatásfok eléréshez, ami azt eredményezi, hogy drága előállítani. [19]

Monokristályos szilícium napelem:

Gyártás folyamán egy kristálymagból kiindulva húzással növesztik az anyagot 30 cm átmérőjűre és 1 méter hosszúra. Ezt 0,3 milliméter vastagságú szeletekre vágják. Ezután általában foszforos szennyezéssel kialakítják a p és n típusú rétegeket, majd felviszik a tükröződés elleni réteget és az elektródákat. [19]



3. ábra Monokristályos szilícium napelem [16]

„2020-ban a monokristályos napelemek gyártási költsége jelentősen csökkent és az új technológiájának köszönhetően sokkal több fejlesztési potenciál van bennük, mint a polikristályos napelemekben.” Ezért is történt az, hogy a mono és poli napelemek aránya ebben az évben megfordult. Nagyságrendileg 80-90%-a az eladásoknak az arányuk 2021-ben, ami óriási változás az eddig polikristályos panelek uralta piacon. [20]

Polikristályos szilícium napelem:

A gyártási technológia nagyon hasonló a mono elemekéhez, csak itt nem 1 kristályt növesztenek meg, hanem az olvadt szilíciumot hagyják kihűlni és az így durva szemcsés kristályszerkezetet hoz létre, ezek mérete 1-30 milliméteresig terjed. Ez az eljárás 2020-ig lényegesen olcsóbb volt az egykristályos előállításánál. [19]



4. ábra Polikristályos szilícium napelem [17]

Amorf szilícium napelem:

Már a 80-as évek óta használják. Legfontosabb előnye, hogy a legolcsóbb mind közül. Az amorf szilíciumot plazmaülepítéses technológiával viszik fel a hordozó anyagra nagyon vékony rétegben, mindössze 1-2 mikron vastagságban. Foszfor és bór hozzáadásával viszik fel az n és p típusú réteget. Ennél a napelemtípusnál van a legvastagabb semleges réteg a szennyezett rétegek közt, ez nagy előny, mert itt erős villamos tér tud kialakulni, ami segíti a rétegben mozgó töltéshordozók szétválasztását. Hátrányai, hogy a hatásfok 10% alatti, így nagyobb tetőfelület bevonására van szükség, mint a kristályos paneleknél. Instabil, a megvilágítás hatására a hatásfoka jelentősen képes lecsökkenni. [19]



5. ábra Amorf szilícium napelem [18]

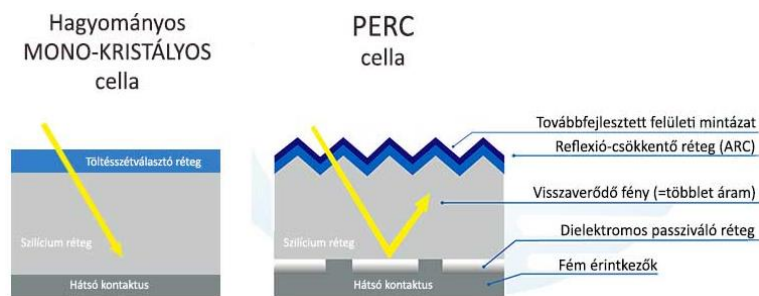
Bármilyen gyártási technológiás napelem panelt is használnak, mindnek sokféle szabványnak és előírásnak meg kell felelni. Az MSZ HD 60364-7-712:2016 szerint, „A PV-modulok feleljenek meg a vonatkozó termékszabványok követelményeinek, pl. az EN 61730-1-nek, az EN 61215-nek vagy az EN 61646-nak.” [21]

A napelemekkel szemben támasztott elvárásokat a következő dokumentumok tartalmazzák:

- „IEC 61215, IEC 61730, IEC61701 ED2, UL1703, IEC 62716, KEMCO, CEC, CE, JET és MCS ISO9001: 2008: Minőségirányítási rendszer
- ISO/TS16949:2009: Az autóipari minőségirányítási rendszer
- ISO14001:2004: Környezetközpontú irányítási rendszer szabványai
- QC080000 HSPM: A veszélyes anyagokra vonatkozó jogszabályoknak való megfelelés tanúsítása
- OHSAS 18001:2007 A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszerének nemzetközi szabványai”

PERC technológia:

A legjobb napelemek PERC (Passivated Emitter and Rear Cell) technológiával készülnek. Míg a hagyományos napelemeknél a cellán áthaladó fény a lamináló fóliában elnyelődik, a PERC napelemnél egy dielektromos alumínium vezetőréteg van a cella hátulján, ami a fény egy részét visszaveri és így az újra bekerül az áramtermelés folyamatába. Így akár 6%-al nagyobb hatásfok is elérhető.[20]



6. ábra PERC technológia [20]

2.2. Inverter

Az inverter a napelemes rendszer fő része. A napelem által megtermelt egyenáramú villamos energiát váltóáramú villamos energiává alakítja, mely energia megfelel a közcélú hálózati minőségi elvárásainak. Ezért áll fent az a helyzet, hogy Magyarországon csak az elosztói engedélyes által jóváhagyott áramátalakítók kerülhetnek felszerelésre. „A háztartási méretű kiserőmű nem ronthatja a közcélú villamos hálózat biztonságos üzemét, nem veszélyeztetheti a villamos energia minőségét:

- nem táplálhat hálózati zárlatra 1,1 In -nél nagyobb áramot
- nem maradhat az elosztóhálózattal szigetüzemben
- nem okozhat megengedettnél nagyobb feszültségingadozást
- nem okozhat szabálytalan feszültséget
- nem okozhat zavaró mértékű aszimmetriát, harmonikus torzítást, villogást
- testzárlatra kapcsolódjon ki
- nem okozhat egyenáramú terhelést a KÖF/KIF transzformátoron” [22]

A napelemes invertereket több szempont szerint csoportosíthatjuk: [23]

- Fázisszám szerint

Ha egy ingatlanon a hálózati csatlakozás egyfázisú, természetesen csak egy fázisú inverter csatlakoztatható, amely maximum 5kVA teljesítményű lehet. Háromfázisú csatlakozás esetén alkalmazható fázisonként egyfázisú inverter, vagy háromfázisú inverter.

- Üzem mód szerint

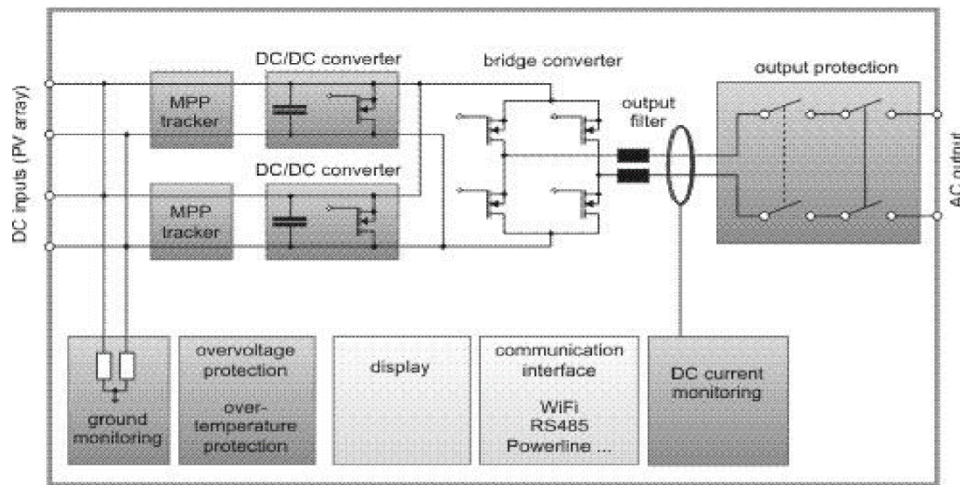
Magyarországon többségben a *hálózatra visszatápláló* inverterek vannak. Ezek akkumulátorral nem rendelkeznek. Mint a fejezet bevezetésében elhangzott, ezek nem képesek és tilos is nekik áramszünet esetén üzemelni. Kis létszámban, de jelen vannak *szigetüzemű berendezések*, melyek nincsenek összekötve a hálózattal. Ezeket javarészt tanyákon, vidéki nyaralókban alkalmazzák. A *hibrid inverterek* mindkét üzemre alkalmasak. Működési elvét az 1. ábra bal oldali vázlata mutatja.

- Transzformátor megléte szerint

Transzformátorral rendelkező inverterek előnye, hogy galvanikusan leválasztja a napelemeket a fogyasztói oldaltól, ezzel teljesen kizárva a lehetőséget, hogy DC feszültség kerüljön a kimeneti oldalra, úgynevezett galvanikus leválasztást valósít meg. A benne lévő transzformátor mindkét oldalon leföldelhető, azonban erre mono és polikristályos napelemek esetén nincs szükség, így kerültek előnybe a *transzformátor nélküli* berendezések. Ezek könnyebbek, olcsóbbak és magasabb hatásfokú átalakításra alkalmasak.

Transzformátor nélküli inverter működése:

Az áramátalakító folyamatosan figyeli a hálózati feszültséget és frekvenciát, majd ezekhez igazítja az átalakított elektromosságot, így a végeredmény 50Hz-es, 230V-os feszültséggel rendelkező hálózati áram lesz. Azért van nehéz dolga az inverternek, mert a napelem felől érkező DC feszültség igen változó ezért a napelemeket több munkapontban kötik az inverterbe, így annak könnyebb dolga van, mert munkapontonként kevesebb napelem feszültségét kell kompenzálnia. (Egy munkapontra sorosan kötött napelemek egy sztringnek hívjuk.) Méginkább megkönnyítve a dolgát egy munkapontra érdemes az egy tetőn, egyszerre napon lévő napelemeket soros kapcsolással kötni. Fontos, ha a sorba kötött napelemek közül csak egy árnyékba kerül akkor az összes többi napelem teljesítmény ugyan arra a szintre esik le, mint amekkorán az árnyékolt napelem van.

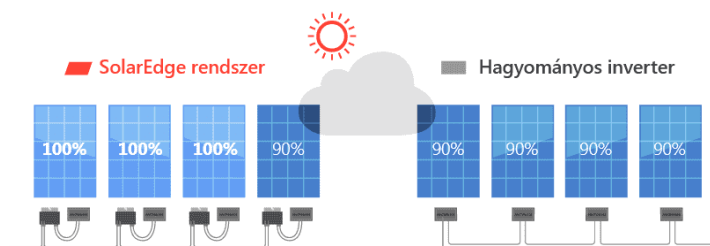


7. ábra Transzformátor nélküli inverter blokkvázlata [24]

A 7. ábra egy háromfázisú, 2 munkapontos, transzformátor nélküli inverter blokkvázlatát mutatja.

A munkapontokat MPPT (Maximum Power Point Tracking – Maximális munkapont keresés) töltésvezérlővel látják el. Ez egy mikroprocesszor vezérelt szabályozó, mely a lehető legnagyobb hatékonyságot képes kihozni egy adott munkapontból. Képes akár 10-15%-os többletenergiát is kinyerni a napelemből.

Más gyártók más eszközöket fejlesztettek ki a napelemek teljesítményének optimalizálásához. A SolarEdge inverter megoldása hasonló a fentebb említetthez, de itt az optimalizálás nem sztring szinten, hanem napelem szinten történik. Minden panel alá felszerelnek egy optimalizáló modult. Így, ha egy panel árnyékba kerül, vagy bármi más okból kifolyólag rosszul teljesít, akkor a teljesítményvesztés csakis arra az egy panelre fog vonatkozni. További előnye a SolarEdge rendszernek, hogy míg a hagyományos inverterek csak teljesítmény rontással képesek eltérő erősségű napelem paneleket kezelni egy sztringben, közben ez a rendszer ezt is képes kiküszöbölni.



8. ábra SolarEdge optimalizálók hatása [25]

A transzformátor nélküli inverter nagy előnye, a nagyobb hatásfok mellett, hogy könnyebb és egyszerűbb a telepítése. 2013-ban a Fronius nevű osztrák gyártó állt elő a *SnapINverter* technológiával. Ez biztosította a rendkívül biztonságos és egyszerű telepítést, mely minimális idő és költségbefektetést jelent. Továbbá még könnyítő tényező, hogy rendelkezik DC leválasztó kapcsolóval, aminek megléte törvényi előírás.

Mint a napelemekre, úgy az inverterekre is számos szabvány vonatkozik. „Az inverterek felejenek meg pl. az EN 62109-nek vagy az EN 621109-2-nek.” [21]

A gyártók hamar felismerték, hogy az átlag felhasználók számára nagyon fontos, hogy pontos képet kaphasson mennyi energiát is termelt meg, ezzel mennyi pénzt spórolt. Így manapság már majdnem minden gyártó szerel az eszközébe webadapert. Ez lehetővé teszi, hogy egy okostelefonos alkalmazáson, vagy webböngészős felületen keresztül folyamatosan frissülve láthatók legyenek az aktuális termelés ábrái, időszakos termelési görbék, statisztikák.

2.3. Védelmek

A védelmeket vagyon- és életvédelmi okokból, szabványi előírások alapján kell telepíteni. A HMKE védelmeknek igen nehéz dolga van DC oldalon, ugyanis hiába a DC oldali *napelem leválasztó* kapcsoló, attól a napelemek ugyan úgy termelni fognak és feszültség alá kerül minden a DC oldalon. A kiserőműre vonatkozó összes védelmi előírás megtalálható az *MSZ-HD-60364-7-712-es* szabványban.

Típusai:

- Villásvédelem és túlfeszültségvédelem

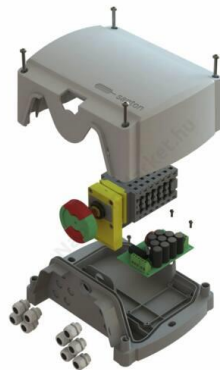
Amennyiben az épület nem rendelkezik villámhárítóval, akkor az inverter DC és AC oldalán, T2 típusú túlfeszültségvédelmi eszközt kell elhelyezni. Ha van villámhárító, akkor DC oldalon T2, AC oldalon T1+T2 típusú túlfeszültségvédelmi eszközt kell alkalmazni. Mindkét esetben szükséges 6 négyzetmilliméter keresztmetszetű réz vezetékkel összekötni a fém napelem tartószerkezetet potenciálkiegyenlítés szempontjából. [27] A T1-es fokozat a villám okozta túlfeszültségre, a T2 fokozat a túlfeszültség korlátozására alkalmas. Villámvédelemre vonatkozó szabvány az *MSZ EN 62305-1:2011-es*.

- Túláramvédelem

Túláramvédelem a túlterhelési és zárlati áramok elleni védelem, mely jellemzője, hogy a névleges áramnál többszörösénél is nagyobb áramlöketet is képes megszakítani. DC oldalon ez a védelem lehet biztosítóbeté (EN 60947-3 szerint), vagy biztosító kapcsolókészülék (EN 60947-2 szerint). [21] AC oldalon kismegszakítókat alkalmaznak, melyek a zárlatvédelem szerepét is kitöltik.

- Tűzvédelmi leválasztás

Távműködtetésű tűzvédelmi leválasztó kapcsoló kiépítése kötelező, ha a DC nyomvonal behatol az épületbe és az inverter a behatolási ponttól 5 méteren túli távolságban van. Nem kötelező, ha a DC rendszer nem hatol be az épületbe és nem hatol át más tűzszakaszba. Tűzjelzőre és beépített tűzoltó berendezésre nincs szükség. Azonban a tűzoltóságot figyelmeztetni kell, hogy napelemes rendszer van a tetőn, ezt az épület bejáratánál, az elosztónál és a DC nyomvonalon 2 méterenként fel kell tüntetni jól látható módon.



9. ábra Tűzvédelmi leválasztó kapcsoló robbantott ábra [28]

- Érintésvédelem

Érintés elleni védelmi mód a *kettős vagy megerősített szigetelés*. DC oldalon minden kábel, szekrény és csatlakozó legalább a II. érintésvédelmi osztályba tartozzon.

2.4. Szekrények

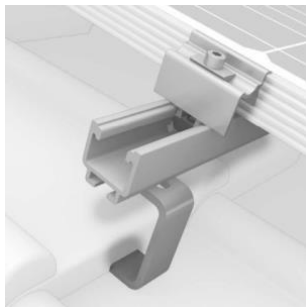
Az alkalmazott szekrényeknek II. érintésvédelmi osztályba kell tartoznia. Kül- és beltéren egyaránt használhatók. Legyen por és vízálló, javasolt legalább IP65-ös, azaz teljesen zárt szilárd anyagok, és kisnyomású vízsugár ellen. Hiába rendelkezik egy szekrény ezekkel a

paraméterekkel, mégis javasolt a lehető leginkább védett helyre tenni, főleg az esőzés és a napsugárzás ellen.

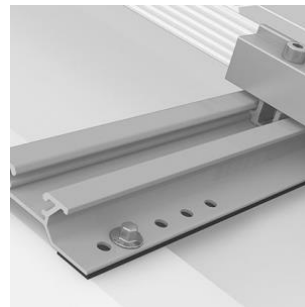
2.5. Tartószerkezet

A kívánt tartószerkezetet a tető burkolata és elhelyezkedése határozza meg. Manapság már mindenféle tetőtípushoz létezik megoldás. Általában a rögzítő elemek és kiegészítők rozsdamentes acélból készülnek, míg a nagy elemek, például egy sín költséghatékonyság miatt pedig alumíniumból.

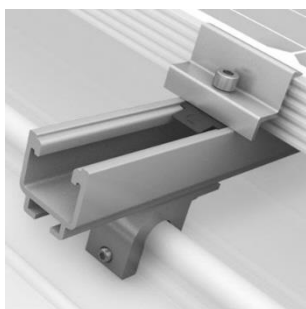
Néhány tetőtípusra alkalmazott megoldás:



Tetőcserép és hullámpala



Fém trapézlemez



Korcolt tetőlemez



Lapostető

10. ábra Napelem tartószerkezetek [29]

A 2. számú melléklet egy magas minőségű tartószerkezeteket gyártó német cég prospektusát tartalmazza, még több variációval és rögzítő elemmel.

3. Tervezési feladat kiinduló paramétereit

Háztartási méretű kiserőmű több szempont alapján is tervezhető:

- Termelésre optimalizált

Ennél a módszernél megvizsgálásra kerülnek a háztartás éves fogyasztási adatait és ezekhez mérten történik a paraméterezése egy olyan rendszernek mely ezt a fogyasztási igényt éves szinten megtermeli.

- Méretre optimalizált

Alkalmazható ez a módszer abban az esetben, ha a rendelkezésre álló napos tetőfelület nem elég nagy, vagy fordított esetben, mikor az alkalmas terület mérete jócskán nagyobb, mint ami szükséges lenne ahhoz, hogy az éves energiaigényt megtermelő rendszert telepítsenek. Méretre optimalizálásnál az alkalmas területet a lehető leghatékonyabban, a legnagyobb beépíthető kapacitással tervezik meg.

- Pályázati felhívásra méretezés

Számos országos és Európai Unió napelemes rendszerekre vonatkozó támogatási pályázatot hirdettek meg az elmúlt években. Minden bizonnyal az egyik legismertebb a 518/2020. (XI. 25.) Kormányrendelet a gyermeket nevelő családok otthonfelújítási támogatásáról. Ez alapján az igényelt támogatás mértéke a napelemes rendszer tervezésétől a kivitelezésig felmerülő minden költség 50%-ban, valamint maximum hárommillió forintig visszaigényelhető. Ez a rendelet nem tett semmiféle kritériumot, amelynek meg kell felelnie a HMKE-nek, de más pályázatok szigorú elvárásokat támasztanak a pályázó és a kivitelező felé. Mi sem mutatja jobban ennek a támogatások sikerét, hogy kevesebb mint egy év alatt több mint 3000 háztartás igényelte meg.

2021. december hatodikán hatályba lép egy új pályázati felhívás, mely 100%-ban visszatéríti a HMKE telepítés minden költségét a felhasználó felé. Ennek a felhívásnak a sikerében bízva a Szakdolgozatomban az RRF-6.2.1-es számú „Lakossági napelemes rendszerek támogatása és fűtési rendszerek elektrifikálása napelemes rendszerekkel kombinálva” című pályázati felhívás elvárásainak megfelelően, a lehető legnagyobb beépített termelői kapacitású HMKE rendszert tervezem meg egy társasház tetejére, melyben én és a családom élünk Dunakeszin (11. ábra).



11. ábra A társasház látványterve

3.1. Műszaki, szakmai elvárások

A tervezett HMKE rendszerrel szemben az RRF-6.2.1-es számú pályázat számos elvárást támaszt, ezekből a naperőművek tervezésére és kivitelezésére vonatkozó legfontosabbak a következők:

- „A beépített napelemek összesített névleges teljesítménye legfeljebb 20%-kal haladhatja meg a hálózatra kapcsolódó inverter vagy inverterek összesített névleges hálózati csatlakozási teljesítményét.
- Az inverter kapacitása nem haladhatja meg főszabály szerint az 5 kW-ot, melytől 20%-os mértékben el lehet térni, ha igazolható, hogy a nagyobb kapacitású inverter bekerülési költsége alacsonyabb.
- A napelemek elhelyezésére vonatkozóan: A napelem-panelek mindazon épület tetőszerkezetére helyezhetők, az épületek funkciójától függetlenül, amelyek a pályázat által érintett ingatlan szerinti helyrajzi szám alatti földterületen található, társasház esetén pedig a társasház épületének tetejére történhet az elhelyezés. A napelem lapostetőre történő elhelyezése elfogadott, talajra telepítés nem támogatható.
- Hálózatra nem kapcsolódó, szigetüzemben működő napelemes rendszerek telepítése jelen pályázat keretében nem támogatható.
- A bővítésre vonatkozó költségek nem támogathatóak.
- Határidők: A napelemes rendszer telepítéséhez szükséges engedélyezési eljárást a Támogatói Okirat hatályba lépésétől számított, fázisbővítés nélküli beruházásoknál 6 hónapon, fázisbővítéssel járó beruházásoknál 12 hónapon belül meg kell indítani a szolgáltatónál.”

4. Tervezési feladat megvalósítása

Bármely szempont alapján is szeretnénk megvalósítani a rendszerünket, a tervezés ugyan azon lépésekből áll csak más sorrendben. Pályázatra történő tervezésnél a lehető legjobban szeretnénk kihasználni a pályázat adta lehetőségeket. Ebben az esetben a beépített termelői kapacitás érje el az 5kW-ot és a DC oldali, tehát a napelemek villamos teljesítménye az 5kW+20%-os értéket a lehető legjobban közelítse.

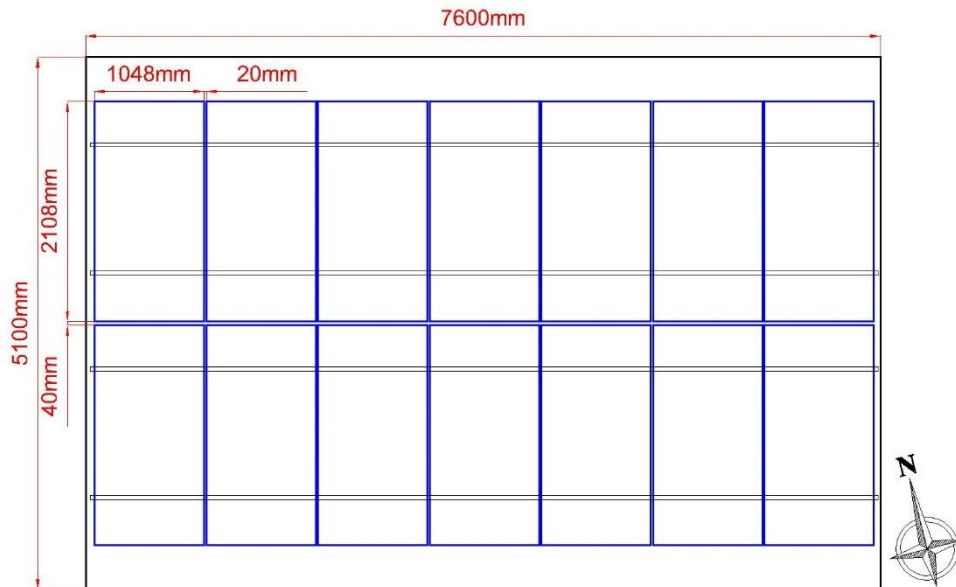
Első lépésként a rendelkezésre álló tető megvizsgálása után a kivitelező szempontjából legnehezebb feladat következik, a napelem modulok elhelyezésének megtervezése. Miután ez megtörtént kezdődhet a nyomvonal végiggondolása, vezetékek méretezése, ezt segíti egy helyszínrajz készítése, melyen már szerepel az inverter, a különféle védelmek, AC és DC csatlakozó szekrények helye.

Következő lépés az inverter típusának kiválasztása, majd a különböző védelmi módok méretezése, visszaellenőrzése. Ezután utolsó lépésként a csatlakozó szekrények belső felépítésének a logikus megszerkesztése.

4.1. Napelemek elhelyezése és kiválasztása

A kiválasztott D-i tájolású tető szélessége 7,6-, magassága 5,1 méter, 23,33°-os dőlésszögű, Bramac Római Novo alapcseréppel fedett, melyet a 10,6 méteres gerincmagasságának köszönhetően nem árnyékol be semmi.

Méretét tekintve akár 14 db napelem is elhelyezhető rajta a szokványosnak mondható 1765x1048 milliméter méretű elemből, de mivel a nagyobb teljesítményű napelemek szélessége ugyan az, a magasságot tekintve pedig még van bőven hely a tetőn, így a nagyobb 2108x1048 milliméter méretű napelem táblák is elhelyezhetők a tetőn. A leghatékonyabb elrendezési módot a 12. ábra mutatja.



12. ábra Napelemek elhelyezése

Az elhelyezési rajz megmutatta, hogy 14 db maximum 2108x1048mm-es napelem táblát van lehetőség felszerelni. A pályázat miatt a lehetséges legnagyobb 5kW-os áramátalakító teljesítményét 20%-tól többel nem lehet meghaladni beépített DC oldali teljesítményben.

Maximum beépített DC villamos teljesítmény:

$$P_{DCmax} = 5k * 1,2 = 6000W_{peak}$$

Egy napelem modul maximális kapacitása:

$$P_{max/modul} = \frac{6k}{14} = 428,571W_{peak}$$

Tehát ~428W-tól kisebb kapacitású napelem táblát kell választani.

Napelemgyártás szempontjából kiváló választás a Canadian Solar. 2006-os fennállása óta 7GW-nyi napelem modult szállított le a vásárlóknak. A harmadik legnagyobb napelemes cég a világon (6 kontinensen van jelen), 30 millió modul eladásával. Legnagyobb előnye, hogy a fentebbiekben említett PERC technológiával gyártják és természetesen rendelkezik a fentebb említett összes kötelező tanúsítvánnyal.

A pontos kiválasztott típus a *Canadian Solar CS3W-420P polikristályos, PERC technológiás modul*. A napelem adatlapja az 1. számú mellékletben [12] látható.

Műszaki jellemzők:

Névleges teljesítmény (P _{max})	420 W _{peak}
Névleges feszültség (V _{mp})	39,5 V
Névleges áram (I _{mp})	10,64 A
Üresjárási feszültség (V _{oc})	48 V
Rövidzárási áram (I _{sc})	11,26 A
Névleges hatásfok	19%
Maximális rendszerfeszültség	1000 V

1. táblázat Napelem műszaki jellemzői: [1. számú melléklet: Napelem adatlapja [12]]

A DC oldali beépített villamos teljesítmény ezzel a modullal:

$$P_{DC} = 14 * 420 = 5880 W_{peak}$$

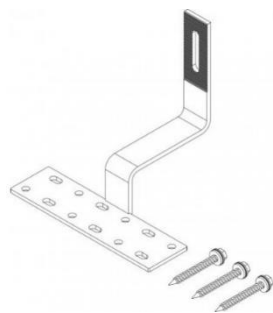
Mivel,

$$P_{DCmax} > P_{DC}$$

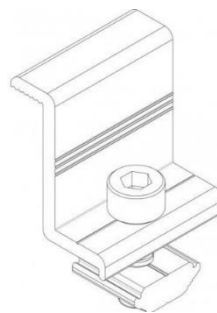
Ezért, ez a modul, ebben a mennyiségben megfelel.

4.1.1. Tartószerkezet kiválasztása, méretezése

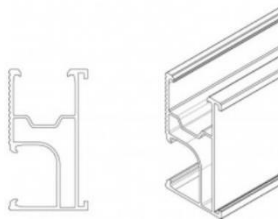
A tető Bramac márkájú Római Novo típusú, 35x50 mm keresztmetszetű cserépléccel és ugyan ilyen keresztmetszetű ellenlécekből áll, melyekből 9 szál fut végig a tetőn, egymástól 95 cm távolságra. A 13.-as és 14.-es ábrán látható cserépkampós megoldást választottam, nagyon masszív szerkezet építhető ki vele, gyors és egyszerű a szintezése. Nem szükséges minden ellenléce kampót tenni, ezért inkább 150 cm-enként helyeztem le őket, ilyenkor új ellenléc darabokat kell betenni a cseréplécek alá és azokhoz hozzáfogatni a cserépkampót. A kampókra kapaszkodik majd rá a különleges profilú alumínium sín, amelybe a beleillesztett köztes és végzáró elemek fogják leszorítani a napelem paneleket.



Rozsdamentes acél cserépkampó



Véglezáró elem

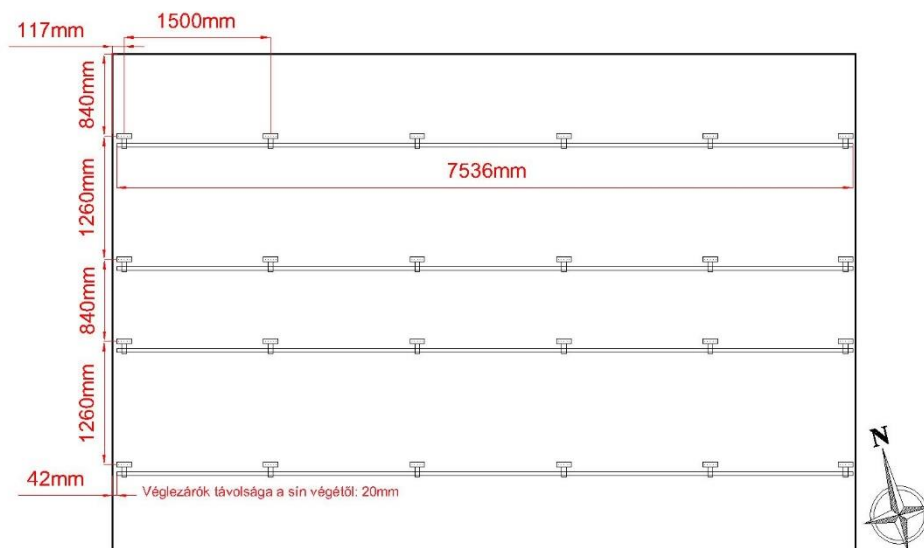


Alumínium sín



Köztés elem

13. ábra Kiválasztott tartószerkezet elemei [30]



14. ábra Cserépkampó, tartószerkezet elhelyezés

4.2. Inverter kiválasztása

Az áramátalakító kiválasztásánál a legfontosabb szempont a teljesítmény nagyságának kiválasztása. Ez esetünkben a pályázatra való kiírás miatt 5kW. Mivel a lehető legnagyobb teljesítményt szeretnénk kihozni a rendszerből, ezért egy nagy hatásfokú, transzformátor nélküli invertert választottam, ami így, hogy nem tartalmaz transzformátort könnyebb is, ami fontos szempont lesz, mert terveimben a nyitott lépcsőház 2. emeleti falára szeretném szerelni a DC és AC csatlakozó dobozokkal együtt. Az inverter egy *Fronius SYMO 5.0-3-M* 3 fázisú típus, ami MPPT technológiás. Szigetüzemre ugyan nem képes, de figyelembe véve az évente várható 3-4 órányi szolgáltatói áramszünetet, az ilyen készülék többlet költsége még nagyon hosszútávon sem térülne meg. Az országban minden elosztói engedélyes elfogadja ezt a típust. A következőkben megvizsgálom az inverter adatait, hogy minden paramétere megfelelő e. Amennyiben igen, akkor a következő lépés a sztringek kiosztása és méretezése.



15. ábra A kiválasztott inverter [31]

A kiválasztott áramátalakító adatlapja a 3. számú mellékletben látható. Az adatlapban láthatjuk, hogy két munkapontos a berendezés, szóval 2 sztringre történik a méretezés. A sztringeknek van úgynevezett *indító feszültség*szintje, esetünkben ez 200V, illetve maximális DC feszültség, ahol az MPPT üzemképes 800V. Egy napelem névleges feszültsége 39,5V. A 14 panelt egyenlően 7-7 darabra osztom szét.

Egy sztring névleges feszültsége:

$$39,5 * 7 = 276,5V$$

Ez megfelel az előbb elmondott értékeknek.

További műszaki jellemzők:

DC csatlakozások száma	2+2 db
MPP-Trackerek száma	2 db
DC oldali maximális áramerősség	16,0 A / 16,0 A
DC oldali rövidzárlati maximális áramerősség	24,0 A / 24,0 A
Indító feszültség	200 V
MPPT feszültségtartomány	150-800 V
Maximum ráköthető össz. napelem teljesítmény	10 KW _{peak}
Névleges AC teljesítmény	5 KW
AC kimeneti áramerősség	7,2 A
Hálózati csatlakozás	400 / 230 V, 3L-NPE, 50 Hz
Teljesítménytényező	0,85-1 ind./cap.
SiP- védettség	IP 65 (beltéri és kültéri felszerelés)
Hatásfok európai beállítások mellett	97,3%

2. táblázat Inverter műszaki jellemzői [3. számú melléklet: Inverter adatlapja [31]]

A napelemek maximális munkaponti árama kisebb kell legyen, mint az inverter DC oldali maximális áramerőssége.

$$10,64A < 16,0A$$

A napelemek maximális rövidzárlati árama kisebb kell legyen, mint az inverter DC oldalirövidzárlati maximális áramerőssége.

$$11,26A < 24,0A$$

Sztring teljesítmény:

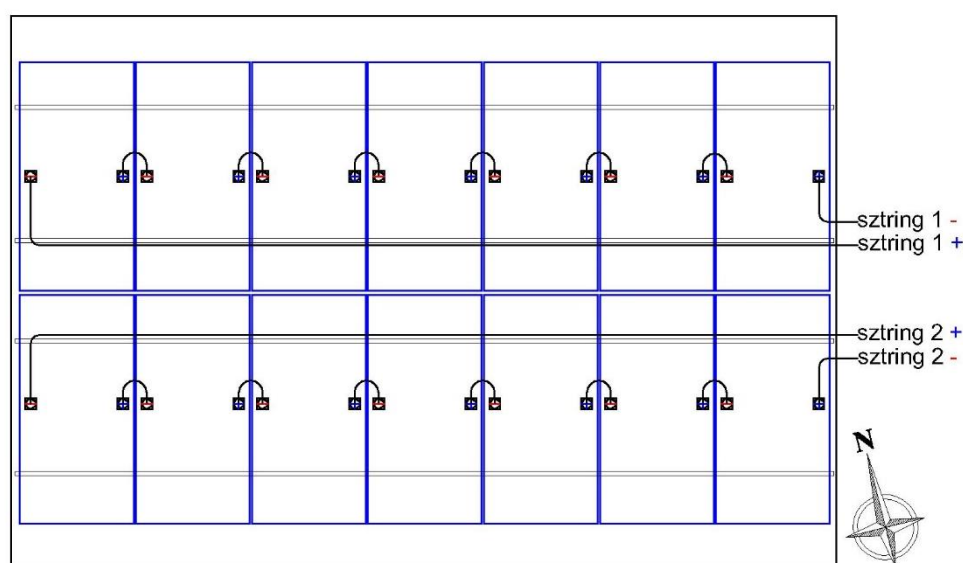
$$7 \times 420W_{peak} = 2940W_{peak}$$

Összes napelem teljesítmény:

$$14 * 420W_{peak} = 5880W_{peak}$$

Ez az érték kisebb, mint a maximálisan ráköthető napelem teljesítmény (10KWpeak), illetve a 4.1-es bekezdésben kiszámolt P_{DCmax} (6KWpeak).

Az inverter minden szükséges paraméternek megfelel. A sztringek kiosztásánál fontos szempont, hogy az egy modulsorban lévő napelemek egy tetőn helyezkedjenek el, egyszerre kapjanak ugyan akkora napfényt. Mivel itt ugyan azon a tetőn helyezkednek el csak a panelek, így szinte mindegy, hogyan történik a kiosztás. Kivitelezés szempontjából a lehető legegyszerűbb megoldást választottam és alsó-, illetve felsősorra osztottam a napelem táblákat a következő ábrán látható módon.



16. ábra Sztringek kiosztása

4.3. Vezeték méretezés

4.3.1. DC oldal

Az MSZ HD 60364-7-712:2016 szabvány szerint, a DC kábeleknek meg kell felelni az EN 50618, *Villamos kábelek fotovillamos (PV-) rendszerekhez* című európai szabványnak. A kiválasztott SOLARFLEX (PV1-F) 0,6/1 KV típusú kábel ennek megfelel.



17. ábra DC szolár kábelek [32]

Kábel műszaki jellemzői:

- „Finoman sodortt, 5-ös osztályú rézvezető
- Kettős szigetelésű
- Halogénmentes, térhálós poliolefin keverék szigetelés (fekete, kék vagy piros)
- Poliuretán keverék külső köpeny
- Magas UV-, időjárás- és mikróbaállóság
- Névleges feszültség: 0,6 / 1 KV
- Hőmérséklettartomány: -25°C-tól +90°C-ig
- Próbafeszültség: 5000 V
- További szabványokkal, tanúsítványokkal rendelkezik: IEC 60228, TÜV, VDE és UL”

[32]

Tapasztalatok szerint ilyen méretekkel rendelkező rendszerhez a 4 mm² keresztmetszet megfelelő lehet, de ezt mindenképpen alá kell támasztani számításokkal. Meg kell határozni a mértékadó feszültségesés értékét és a minimális kábel keresztmetszetet. A számításokhoz szükséges értékek a következők:

- A leghosszabb DC oldali kábelek hossza kis ráhagyással $l=9,5m$
- Megengedett maximum feszültségesés: $\varepsilon=1\%$

- Sztring névleges feszültsége (4.2-es bekezdésből): $U_n=276,5V$
- Sztring névleges áramerősség (1. táblázatból): $I_n=10,64A$
- A kiválasztott kábel anyagának (réz) fajlagos ellenállása: $\rho = \frac{1}{56} \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Mértékadó feszültségesés értéke:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{2} = \frac{1}{100} * \frac{276,5V}{2} = 1,3825V$$

Ebből továbbszámolva a szükséges minimális keresztmetszet:

$$A \geq \frac{\rho}{e'} * I_n * l = \frac{\frac{1}{56}}{1,3825V} * 10,64A * 9,5m = 1,306mm^2$$

Ez az érték bőségesen befér a választott 4 mm²-es keresztmetszetbe.

Azért nem ajánlott 4 mm²-estől kisebb kábelt választani, mert gondolni kell esetleges későbbi bővítésre, valamint maga a napelem panel is ilyen kábellel van ellátva.

A Fronius inverterek úgy vannak kialakítva, hogy egyszerű érvéghüvelyes megoldással be lehet kötni a vezetékeket. Mindössze arra kell figyelmet fordítani, hogy a DC szolár kábeleknél a kettős szigetelés miatt a normál 4 mm² keresztmetszetű vezetékre gyártott érvéghüvely szigetelése nem kellő vastagságú. Ugyanis a szolár kábel köpennyel együtt már 5,3 - 5,8 mm átmérőjű, így vastagabb érvéghüvellyel kell majd ellátni. A napelemkehez való csatlakoztatáshoz *szolár csatlakozókra* lesz szükség. Előnyös döntés olyat választani, amilyennel a kiválasztott napelem panel el van látva, így azt nem kell eltávolítani, hanem elég a párját felszerelni a kábelre. Ebben az esetben ez egy MC4-EVO2-es típus.



18. ábra MC4-EVO2 szolár csatlakozó [33]

A csatlakozó felszereléséhez direkt erre a célra kifejlesztett szerszámokra van szükség. Ezek úgy vannak kitalálva, hogy pont a kellő nyomatékmal legyenek rászorítva a kábelre úgy, hogy se a kábel se a csatlakozó ne sérüljön és kellően masszív kötést biztosítson mégis a rendszernek. A DC oldalon továbbá szükség van üzemi egyenpotenciálra hozó összekötés kialakítására, ami az *MSZ HD 60364-7-712:2016* szerint legalább 6mm^2 keresztmetszetű réz, vagy ezzel egyenértékű legyen. A *H07V-K1x 6z/s, egy eres, 6mm^2 -es, sodrott réz áramvezetős, zöld-sárga jelzésű MKH kábel* tökéletes választás. Réz saruval ellátva az alsó és felső napelem sor a síneknél összeköthető és a DC oldali csatlakozó szekrénybe is elvihető.

4.3.2. AC oldal

Az inverter váltakozó áramú oldalán a villanyórától jövő betápláló kábelt kell kiválasztani és méretezni. Mindenképpen legyen rézből. Mivel az inverter és a társasház csatlakozási pontja is három fázisú így egy legalább 3 fázist, nullát és földelő vezetőt magában foglaló 5 eres kábelre lesz szükség. Mivel az *MSZ HD 60364-7-712:2016* kimondja, hogy legalább 6mm^2 keresztmetszetű kábelt kell, használni egyenpotenciálra hozásra, ezért logikus döntés ilyen keresztmetszetű 5 eres kábelt választani, de mint a fentebbiekben, itt is el kell végezni a szükséges számításokat. Meg kell határozni a mértékadó feszültségesést, a legnagyobb kimeneti áramot a hatásfok figyelembevételével, majd a minimális kábel keresztmetszetet.

Szükséges paraméterek a számításokhoz:

- Inverter AC oldali névleges teljesítménye: $P=5000\text{W}$
- Megengedett maximum feszültségesés: $\varepsilon=1\%$
- A kiválasztott kábel anyagának (réz) fajlagos ellenállása: $\rho = \frac{1}{56} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
- Az AC oldali kábelek hossza kis ráhagyással $l=10\text{m}$
- Az inverter hatásfoka az európai beállítások mellett: $\mu_{EU}=97,3\%$
- Névleges feszültség szintje: $U_n=400\text{V}$

Mértékadó feszültségesés értéke:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400\text{V}}{\sqrt{3}} = 1,732\text{V}$$

A legnagyobb kimeneti áram fázisonként a hatásfok figyelembevételével:

$$I_{max} = \frac{P * \mu_{EU}}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{5000W * 0,973}{\sqrt{3} * 400V} = 7,022A$$

Ezekből az értékekből továbbszámolva a szükséges minimális keresztmetszet:

$$A \geq \frac{\rho}{e'} * I_{max} * l = \frac{1}{1,732V} * 7,022A * 10m = 0,724mm^2$$

A számítások alapján akár egy 5x1mm²-es kábel is megfelelő lenne, mégis egy 5x6mm²-es YSLY-JZ kábelt választottam. Az okai, hogy:

- nem célszerű ennyire megközelíteni a kiszámolt értéket,
- a tervezett védelmi berendezések nagyobb értékűek, mint amit a kis keresztmetszetű kábel igényelne,
- egy későbbi bővítés esetén ne legyen szükség kábelcserére,
- mivel javarész függőlegesen fog elhelyezkedni a kábel ezért fontos a mechanikai szilárdsága, hiába kábelcsatornában lesz elhelyezve
- egyszerűbb a kivitelezés abból a szempontból, hogy az MSZ HD 60364-7-712:2016 szerinti minimum 6mm²-es földelővezetőt nem kell külön húzni az inverter és az ingatan földelési csatlakozási pontja közt, valamint ennek a kábeltípusnak az egyik ere zöld-sárga szigetelésű.

Főbb tulajdonságai ennek a kábelnek, hogy sodrott réz áramvezetők alkotják, mint erenként és mint a köpeny is PVC szigetelésű, árnyékolatlan és lángálló az IEC 332-1-es szabvány szerint.

Megjegyzés, hogy az YSLY kábeleknél a zöld-sárga jelzésű kábelen kívül a többi ér számozással van megkülönböztetve. Ebben az esetben célszerű a legnagyobb számértékű eret használni nulla vezetőnek, így kisebb a hibalehetőség telepítés során.

4.4. Védelmek kiválasztása

A védelmek kiválasztásának és méretezésének első lépése leszögezni, hogy külön kell az inverter AC és DC oldali védelmeit megtervezni. Ezeket a védelmeket és csatlakozási pontokat külön szekrénybe kell elhelyezni, de érdemes közel egymáshoz az MKH kábeles összekötésük miatt. Tűzvédelmi leválasztó kapcsolóra nem lesz szükség, mivel a DC kábelek nem törnek be az épületbe, vagy más tűzszakasz helyére.

4.4.1. DC oldali védelmek

A napelemek felől indulva az első védelem a *DC oldali túláramvédelem*. Erről minden sztring pozitív és negatív csatlakozási pontján gondoskodni kell, hogy az inverter mindenképpen védve legyen. Az olvadóbiztosító tökéletes megoldás ennek a védelemnek a kialakítására. Az áramátalakító adattáblájából kiolvasható, hogy a maximális DC oldali zárlati áram értéke sztringenként 24,0A. Egy 20A-es olvadóbiztosító, ha a névleges értéke fölött is oldana ki 20%-al valamilyen hiba okából, akkor is megvédi a berendezést. Az *EATON PV-20A10F* olvadóbiztosító megfelel a célnak, *EATON CHPVIU* típusú fotovoltaiikus biztosítéktartóval. Mindkettő 1000V_{DC} névleges feszültségű, a biztosítéktartó pedig 30A-es betéteket is képes fogadni.



19. ábra Bal: olvadóbetét [35] Jobb: biztosítéktartó [36]

DC oldalon a második védelem a túlfeszültség levezető. Mivel az épület nem rendelkezik villámhárítóval ezért az ide vonatkozó szabvány megengedi, hogy mindkét oldalon T2 fokozatú túlfeszültség levezető alkalmazható. A *DEHNguard YPV SCI 1000 (950530)*-as kombinált leválasztó és rövidrezáró eszköz megfelel erre a feladatra. Az eszköz legfontosabb tulajdonságai, hogy 1000V feszültség levezetésére képes és a rövidzárállósága 1000A.



20. ábra DC túlfeszültség levezető [37]

DC oldalon külön napelem leválasztó főkapcsolóra nincs szükség, mivel az inverter-ben van DC leválasztó kapcsoló.

4.4.2. AC oldali védelmek

AC oldalon az inverter felől indulva gondoskodni kell túláramvédelemről, túlfeszültségvédelemről és egy AC oldali leválasztó kapcsolóról.

A túláramvédelemre egy 3 fázisú kismegszakító megfelelő. A fázisonkénti maximális áramérték 7,022A. Kis ráhagyással a TRACON TDZ-3C-10 kismegszakító megfelelő. Az eszköz 3 pólusú, C karakterisztikájú, 10A névleges áramú és 4KV löketfeszültség ellenállásra képes.



21. ábra AC túláramvédelem [38]

Ahogy fentebb említettem villámhárító hiányában elegendő a T'' fokozatú túlfeszültség levezető. A DEHNshield DSH TNS 255 (941 400)-as szikraköz alapú túlfeszültség korlátozó erre megfelel. A legnagyobb folyamatos üzemi feszültsége 255V és 1,5KV védelmi feszültségű.



22. ábra AC túlfeszültség levezető [39]

AC szekrény utolsó eleme egy leválasztó kapcsoló. *Socomec SIRCO M* típusú 3 pólusú 25A-es kapcsoló megfelelő. Ehhez a típushoz lehet csatlakoztatni segédkontaktust, amire szükség van, mert a nulla vezetőt is kapcsolnia kell.



23. ábra AC leválasztó kapcsoló [40]

4.5. Szekrények kiválasztása, felépítése

Miután ki lett választva az összes AC és DC oldali védelem, azokat el kell helyezni a leglogikusabb és legpraktikusabb módon a szekrényekbe. Ezeket a védelmeket és csatlakozási pontokat külön szekrénybe kell elhelyezni, melyeket érdemes közel egymáshoz az MKH kábeles összekötésük miatt. Tehát 2 db szekrényre lesz szükség. Mivel nyitott lépcsőházban az inverter mellett lesznek elhelyezve ezért fontos, hogy IP védett legyen és falra szerelhető. A választott szekrény típus *Schneider* gyártmányú *Kaedra 12 modulos, IP65 védettségű*. A szekrények beszerelésénél figyelembe kell venni, hogy kültéren lesznek elhelyezve, tehát a kábelek bekötésénél vízzáró tömbszelencét kell használni. Itt megemlíteném, hogy a kábelek védelme érdekében a szolár kábeleket a napelemek alatt is 20mm átmérőjű műanyag gégecsőben kell elhelyezni, ami plusz fizikai és UV védelmet biztosít. A tetőről lejőve a

lépcsőház oldalfalán úgy, mint az AC kábeleket is kültéri, UV álló kábelcsatornában kell vezetni.



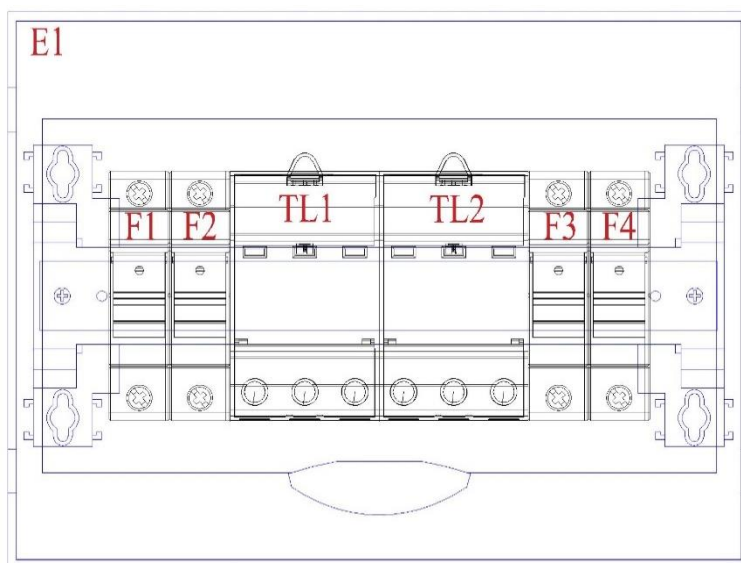
24. ábra Schneider Kaedra 13981 [34]

A DC szekrény elrendezésében az volt a cél, hogy az olvadóbiztosítók egymástól a lehető legmesszebb kerüljenek, ugyanis melegeedésre hajlamosak és ne fűtsék egymást, ezért került közéjük a két darab túlfeszültség levezető. AC szekrénynél a megbízhatóságot növeli, ha a leválasztó kapcsolónál a segédérintkezőre nem a nulla vezető, hanem egy fázis kerül, mivel ha valami hiba okán a segédérintkező nem kapcsolna le vagy fel, akkor egy fázis hiánya kisebb kárt tud okozni, mint a nulla vezető hiánya.

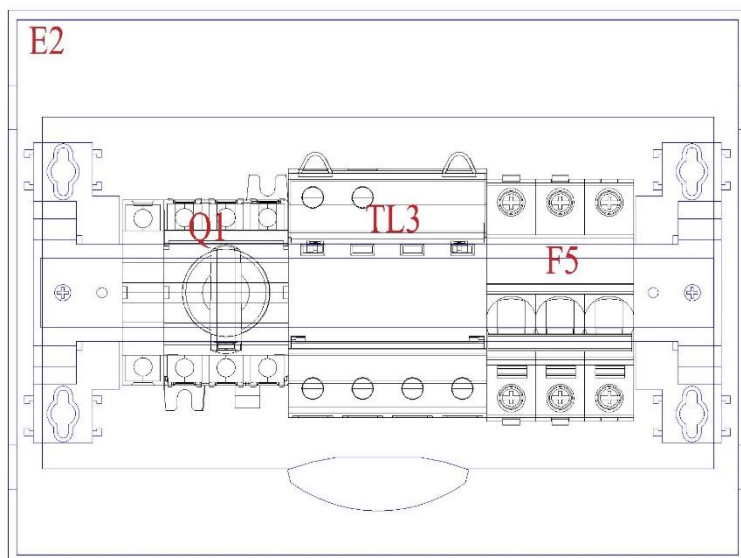
Jelölések:

DC csatlakozó szekrény	E1
DC olvadóbiztosítók	F1, F2, F3, F4
DC túlfeszültség levezető	TL1, TL2
AC csatlakozó szekrény	E2
AC túlfeszültség levezető	TL3
AC kismegszakítók	F10
AC leválasztó kapcsoló	Q1

3. táblázat Csatlakozó szekrények jelölései



25. ábra E1 jelű DC csatlakozó szekrény elrendezése

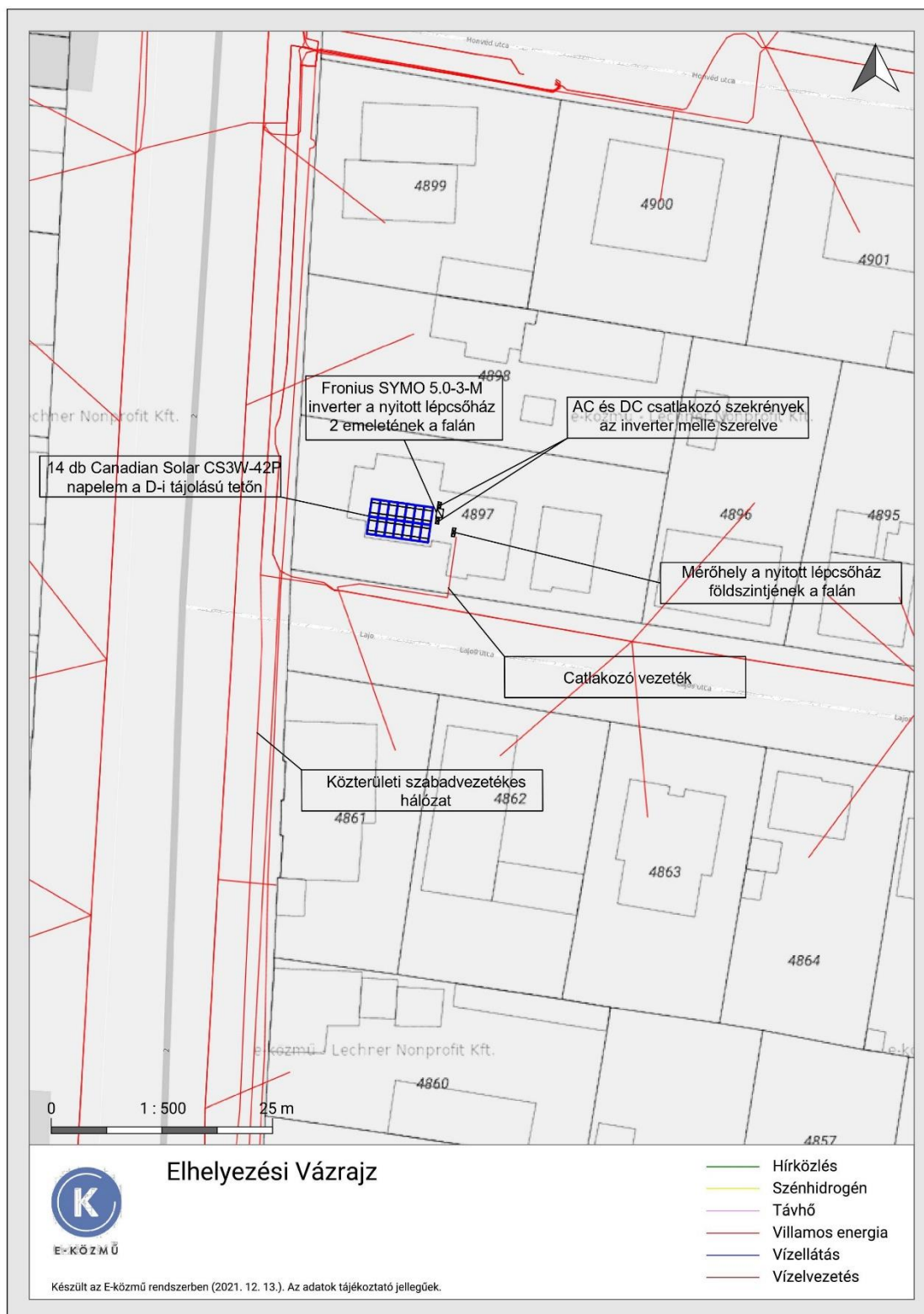


26. ábra E2 jelű AC csatlakozó szekrény elrendezése

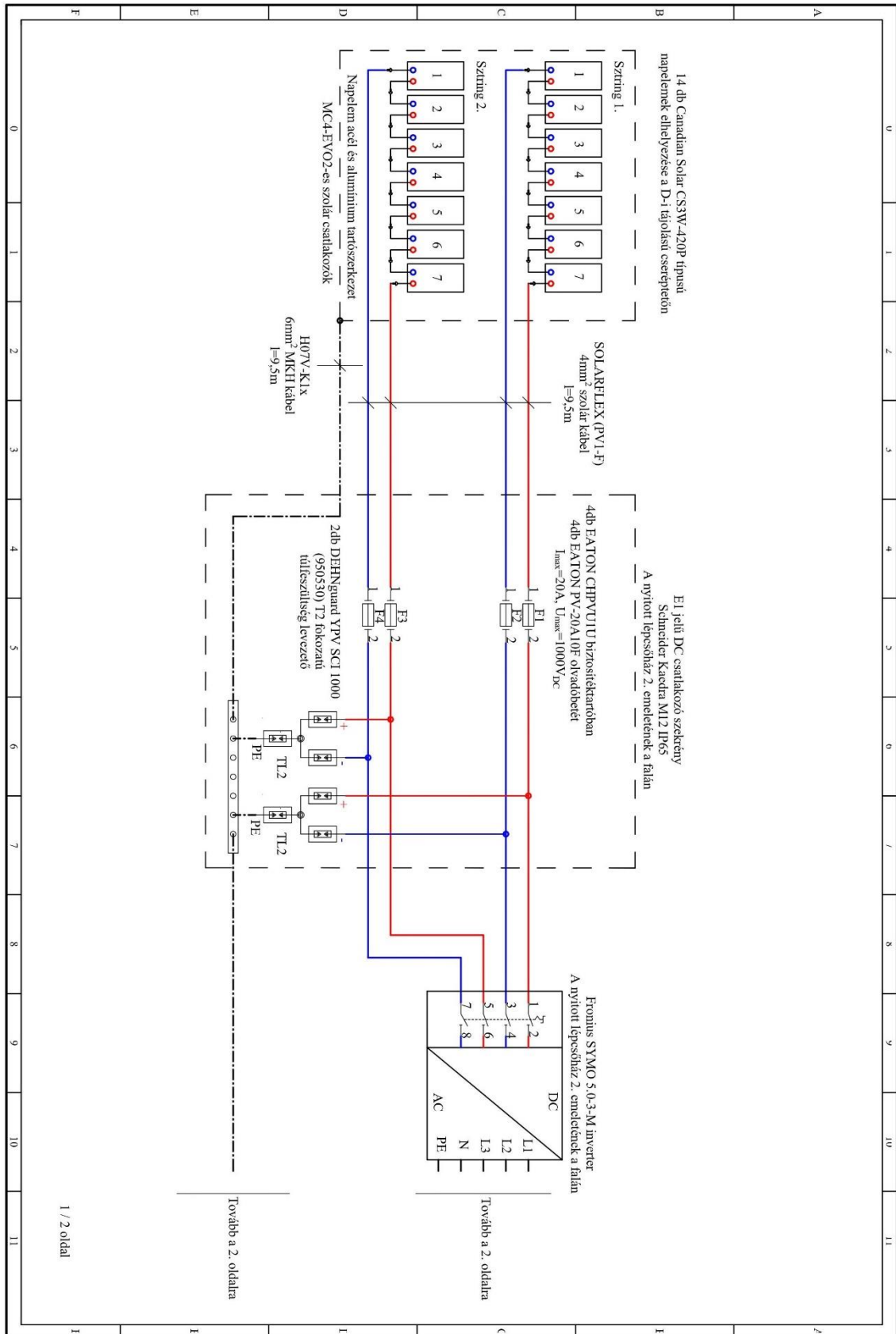
4.6. Tervek

Az elhelyezési vázrajz úgy készült el, hogy azt az engedélyezés folyamatába be lehessen szűrni, tehát az áramszolgáltatók feltételeinek megfelelően.

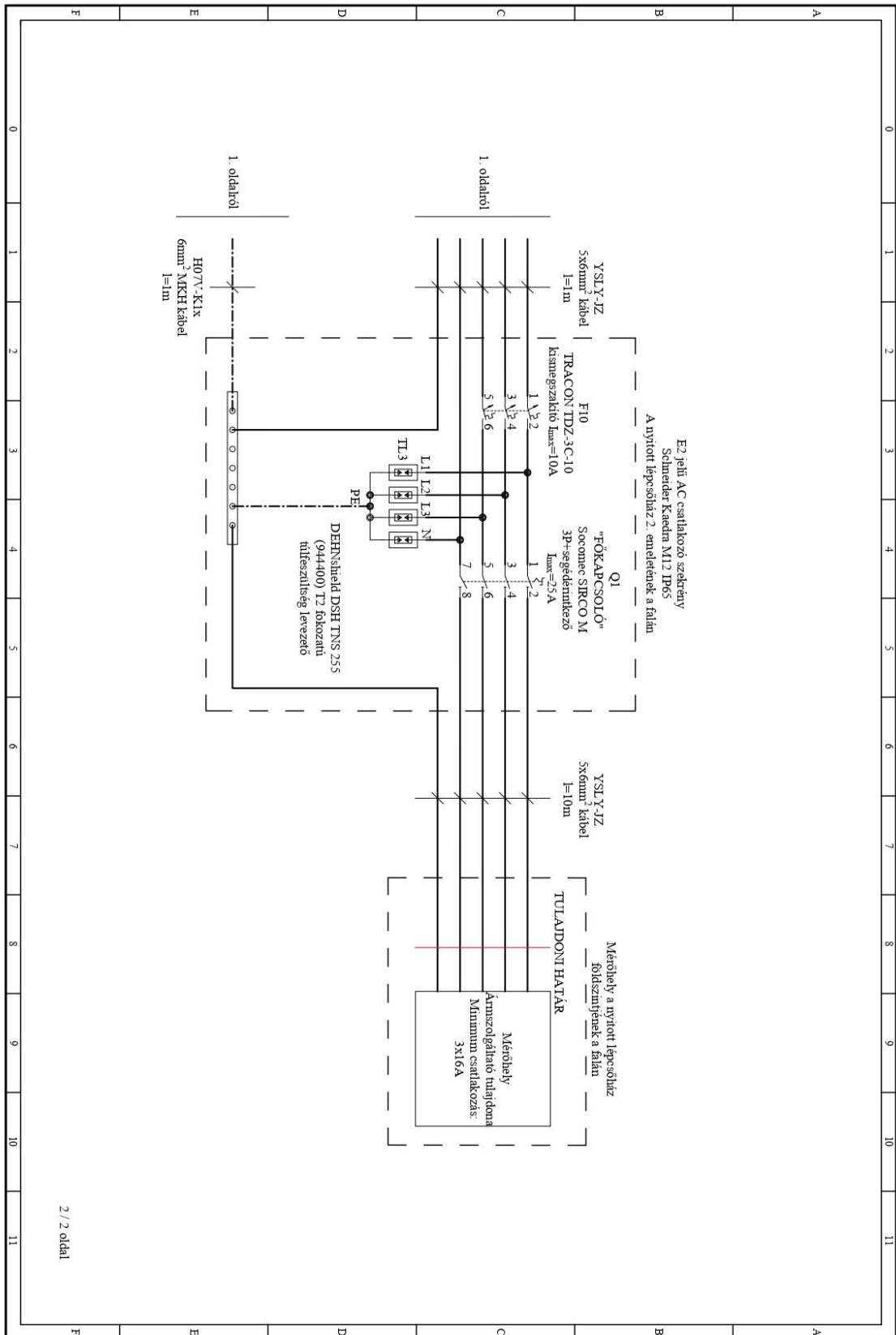
A rendszerterv a 28.-as és 29.-es ábrán látható.



27. ábra Elhelyezési vázrajz



28. ábra Rendszerterv 1. oldal



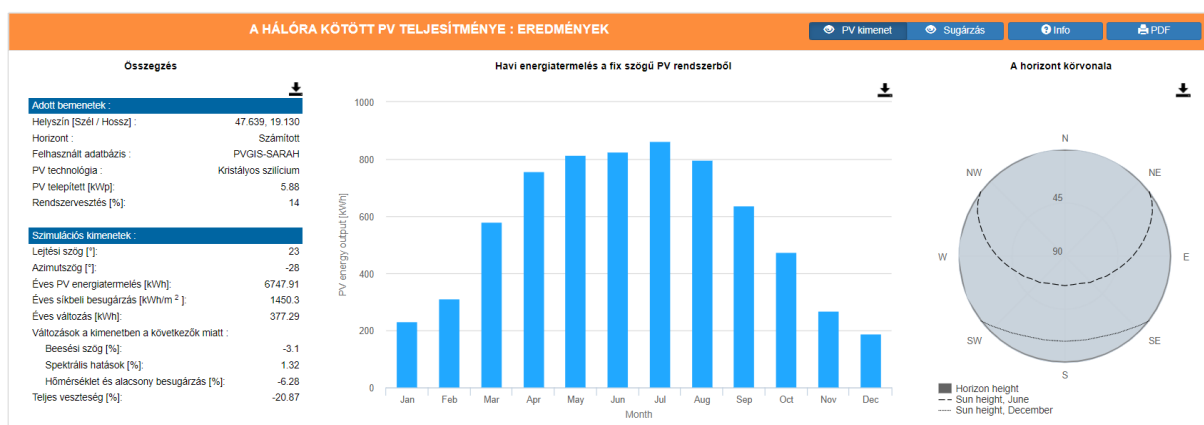
29. ábra Rendszerterv 2. oldal

5. Termeléssel, megtérüléssel kapcsolatos számítások

Esetünkben a rendszer kialakításával kapcsolatos minden költség 100%-ban visszaigényelhető az ügyfélnek, így megtérülés számításnak különösebb fontossága nincs. Viszont az éves termelés előrejelzése igencsak érdekes lehet illetve, ha más szempont szerint tervezünk akkor ez az első lépés.

A termelés meghatározásához a PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) nevű program használható. A program előnye, hogy segítséget nyújt egy rendszer paramétereinek meghatározásához, például egy jobb hatásfokú napelem drágábban képes e kikompenzálni az extra befektetett pénzösszeget. Figyelembe veszi az éghajlatra jellemző időjárási körülményeket éves szinten, a napsugarak beeső szögét és még számos szempontot.

Bevittem a programba a tervezett HMKE rendszer pontos paramétereit és a következő eredményeket hozta:



30. ábra PVGIS program eredménye [26]

A program szerint a HMKE rendszer durván 6750 KWh-nyi energiát fog termelni évente. Mivel ez egy társasház, több almérővel, az átlagos éves fogyasztás nagyjából 20000 KWh, így mondhatjuk, hogy a rendszer ennek a 30%-át kiváltja. Ez éves szinten a jelenlegi áramdíjak mellett 250000 forint megtérülést jelent

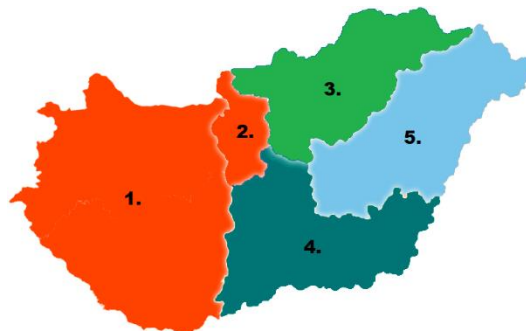
6. Engedélyeztetés a különböző áramszolgáltatók gyakorlatában

A dolgozatomban a magyarországi hat nagy áramszolgáltató háztartási méretű kiserőműre vonatkozó igénybejelentés folyamatát szeretném ismertetni. Fontos megjegyezni, hogy a prezentált dokumentumok a szakdolgozat készítésének időpontjában aktuális dokumentumok, ugyanis 2021. szeptember elsején gyökeresen megváltozott a magyarországi elosztói engedélyesek felállása.

Rövid kitekintés ezekre a változásokra:

- Az E.ON Hungária csoport megvásárolta az ELMŰ Hálózati Kft.-t
- Az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. megvásárolta az Émász-t.
- Az Opus Global Nyrt. megvásárolta a TITÁSZ-t.

Így a következőképpen alakult az ország felosztása:



31. ábra Villamos energia elosztói engedélyesek

1. E.ON Dél-dunántúli Áramhálózati Zrt. és E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.
2. ELMŰ Hálózati Kft.
3. MVM Émász Áramhálózati Kft
4. MVM Démász Áramhálózati Kft.
5. OPUS TITÁSZ Áramhálózati Zrt.

A szolgáltatók részletesen tájékoztatják az ügyfeleket, milyen szempontokból kell vizsgálniuk az igénybejelentés előtt. Többek közt a beépítésre kívánt rendszer teljesítménye meghaladja-e a rendelkezésre álló teljesítményt. Amennyiben igen, akkor teljesítménybővítésre lesz szükség, melyet javasolt még a rendszer megépítése előtt elvégezni. Továbbá meg kell

vizsgálni, hogy a mérőhely megfelel-e az aktuális előírásoknak. Erre javasolt regisztrált szerelő segítségét kérni, aki szükség esetén elvégezheti a mérőhely cseréjét is, ugyanis ez az áramszolgáltató tulajdona melyet plombálva véd és így nem szerelheti akárki. A szolgáltatók honlapján megtalálható az aktuálisan elismert áramátalakítók listája is.

Az engedélyeztetés folyamata nagyon hasonló a szolgáltatóknál, hiszen mindannyiuknak ugyan azok jogszabályoknak kell megfeleljenek, melyek a következők:

- *„VET - a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény*
- *Vhr - a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet*
- *Csatlakozási rendelet - 76/2011. (XII. 21.) NFM rendelet A közcélú villamos hálózatra csatlakozás pénzügyi és műszaki feltételeiről*
- *Rhd rendelet -64/2011. (XI. 30.) NFM rendelet a villamos energia rendszerhasználati díjak megállapításának és alkalmazásának szabályairól*
- *Elosztói szabályzat – Az elosztó hálózathoz való hozzáférés együttműködési szabályai 7. sz. módosítás (2012. március 29.)”*

[3]

Az egyetemi éveim alatti gyakornoki helyemen ELMŰ Hálózati Kft. területén építettük a legtöbb HMKE rendszert, így ebbe sikerült a legnagyobb tapasztalatot szerezni, illetve kutatómunkám során az Ő eljárásukat találtam a legáttekinthetőbbnek, így a következőkben az Ő engedélyezési rendszerükhöz fogom hozzávetni a többi szolgáltatóét, megvizsgálni az eltéréseket és *csak a nem teljesen egyértelműen kitölthető vagy megjegyzést kívánó részekre kitérni.*

Émász nem rendelkezik saját ügyintézési folyamattal, az ELMŰ rendszerén és nyomtatványain keresztül történik a teljes ügyintézés, így ez a szolgáltató nem lesz külön megemlítve.

6.1. Igénybejelentés

A 32.-es és 33.-as ábrán ELMŰ Hálózati Kft. HMKE igénybejelentő lapja látható, a 2021. szeptemberi, fentebbiekben említett változások miatt már E.ON-os fejléccel ellátva. Ez a nyomtatvány vonatkozik új termelő berendezésre és meglévő rendszer bővítésére is. Démász esetében szintén egy közös dokumentumban szerepel vonatkozik erre a két helyzetre, E.ON és OPUS gyakorlatában külön dokumentum kitöltése szükséges bővítéshez, melyben fel kell tüntetni a meglévő berendezés pontos megnevezését, teljesítményét és hogy leszerelésre kerül, vagy továbbra is megmarad.

Megjegyzések:

A Használat jogcíme bérlő esetén mindenképpen szükséges a tulajdonos hozzájárulása is.

Felhasználási hely adatai pontban ELMŰ szolgáltatónál a *Felhasználási hely azonosítója* rubrika a kitöltendő. Ez a 8 jegyű azonosító szám minden villanyszámla első oldalán *Felhasználó azonosító száma* néven megtalálható. A többi áramszolgáltatónál a *Mérési pont azonosító* a kitöltendő, mely szintén szerepel a villanyszámlán, a *számlarészletező* fül alatt, HU000... kezdettel.

Az új termelői berendezés adatait az *Igényelt csatlakozás adatai*-nál kell megadni. Új berendezés *igényelt összesített betáplálási védelmi értéke amperben* könnyedén kiszámítható.

Példa 5kW-os inverter esetén:

$$5000W \div \frac{400V}{\sqrt{3}} \div 3 = 7,21A$$

Az igénybejelentéshez minden esetben kötelező csatolni a meglévő mérőhely fényképét.

Minden esetben javasolt a telepítésre megbízott kivitelezővel megfelelő adattartalmú, írásos meghatalmazást kitölteni, aki a teljes folyamatban eljár majd az ügyfél helyett. Ezt is csatoljuk az igénybejelentés mellé.



Igénybejelentés Háztartási méretű kiserőmű (HMKE)

Igénybejelentés célja

- ☐ Új termelő berendezés üzembe helyezése
 ☐ Meglévő termelő berendezés bővítése
☐ Meglévő termelő berendezés cseréje

Használat jogcíme

- ☐ Tulajdonos
 ☐ Bérlet
 ☐ Egyéb _____

Felhasználó adatai (magánszemély)

Neve _____	Születéskori neve (ha eltér) _____
Anyja neve _____	Szül. helye, ideje _____
Telefonszáma* _____	E-mail címe* _____
Lakcíme _____	

Felhasználó adatai (jogi személy)

Neve _____	
Cégjegyzék/Vállalkozói ig. száma _____	Statisztikai azonosító _____
Számlavezető pénzügyi intézet neve _____	Pénzügyi intézeti számlaszáma _____
Adószáma _____	
Székhely címe _____	E-mail címe* _____
Kapcsolattartó neve _____	Kapcsolattartó telefonszáma _____
Kapcsolattartó e-mail címe* _____	

* Nem kötelező mező

Felhasználási hely adatai

Felhasználási hely címe _____

_____ Irsz. _____ település _____ utca

_____ házszám _____ lépcsőház _____ emelet _____ ajtó _____ hrsz.

Mérési pont azonosító(k)* HU000210 _____

Felhasználási hely azonosítója** _____

Felhasználási hely megnevezése _____

Mérő(k) gyári száma _____

** Legalább az egyik mezőt kérjük tölteni!

ELMŰ Hálózati Kft.

ELMŰ Hálózati Kft.
 1132 Budapest, Váci út 72-74.
 Levelezési cím:
 1380 Budapest Pf. 1038

eon.hu/pestmegyeihalozat

06 1/225 43 21

06 20/30/70/459 97 22

Meglévő csatlakozás adatai	1. fázis	2. fázis	3. fázis
Minden napszakban fázisonként (Amper)			
Vezérelt időszakban fázisonként (Amper)			
Hőszivattyús tarifa ☐ H ☐ 20 órás vezérelt			
Vételezésre rendelkezésre álló csatlakozási adatok (Amper) – ha eltér a helyszínen található			
Meglévő váltakozó áramú termelő berendezés gyártója***			
Meglévő váltakozó áramú termelő berendezés típusjelölése ***			
Meglévő váltakozó áramú termelő berendezés darabszáma***			
Meglévő csatlakozóvezeték típusa	☐ Szabadvezeték	☐ Földkábel	

*** Ezeket az adatokat csak a meglévő HMKE rendszer esetén kell töltetni.

Igényelt csatlakozás adatai	1. fázis	2. fázis	3. fázis
Minden napszakban fázisonként (Amper)			
Vezérelt időszakban fázisonként (Amper)			
Igényelt összesített betáplálási védelmi érték (Amper)***			
Igényelt új váltakozó áramú termelő berendezés típusa	☐ Inverter ☐ Forgógép		
A villamosenergia-termelő berendezés típusa	☐ Nap ☐ Szél ☐ Víz ☐ Gáz ☐ Biogáz ☐ Egyéb:		
☐ A megtermelt többlet energia a közcélú hálózatba visszatáplálásra kerül****	☐ A megtermelt energia helyben felhasználásra kerül, a közcélú hálózatba visszatáplálás nem történik****		
☐ A HMKE rendszer mellé a 10/2016. (XI.14.) MEKH rendelet szerinti termelésmérést is igényel****			
Igényelt új váltakozó áramú termelő berendezés gyártója			
Igényelt új váltakozó áramú termelő berendezés típusjelölése			
Igényelt új váltakozó áramú termelő berendezés darabszáma			

*** Ha a meglévő HMKE-rendszer betáplálás bővítése esetén a korábbi termelő berendezés is üzemben marad, akkor a korábbi és az új termelő berendezés védelmi értékeit fázisonként összegezve kell feltüntetni.

**** Tájékoztató az elosztó honlapján.

A műszaki-gazdasági tájékoztató küldésének módja

☐ E-mailben _____ e-mail címre.

☐ Postai úton az alábbi névre és címre: Név: _____

Cím: _____

Vételezés megkezdésének időpontja: _____ év _____ hó _____ nap

Érvényes Villamos energia vásárlási szerződés nélkül az igény nem indítható!

Az Igénybejelentő az igénybejelentés aláírásával az adatvédelmi tájékoztató szerinti tartalommal kifejezetten hozzájárul az önként megadott személyes adatainak (telefonszám, e-mail-cím) az elosztói engedélyes általi kezeléséhez.

Egyéb megjegyzések: _____

Dátum: _____ év _____ hó _____ nap

Felhasználó vagy meghatalmazott aláírása

Az igénybejelentéshez az alábbi dokumentumokat kell mellékelni:

☐ Nem tulajdonos igénybejelentő esetén a tulajdonos hozzájáruló nyilatkozata (ez lehet a bérleti szerződésben is rögzítve)

☐ Ha nem a rendszerhasználó az igénybejelentő, akkor számára a kellő alakban megadott meghatalmazás

☐ Szervezet esetén aláírási címpéldány másolata

☐ Jelenlegi mérőhely és fogyasztásmérő berendezés fényképe

☐ Egyéb dokumentum: _____

Személyes ügyfélszolgálati igénybejelentés esetén ügyintéző tölti ki:

Átvétel dátuma: _____ év _____ hó _____ nap

Átvevő ügyintéző/Ügyfélszolgálati iroda

Volt és jelenlegi E.ON-os területeken az igénybejelentő nyomtatványban szerepel egy bekezdés mely az áramátalakító védelmi beállításait taglalja, ahogy a következő ábra is mutatja.

8.1. Inverter vagy a termelő berendezés védelmét biztosító eszköz beállítási értékei

- ☐ Az inverter védelmei magyarországi felhasználásra való beállítással rendelkeznek, ezért azokat nem közlöm.
☐ Az inverter védelmei az alábbi egyedi beállításokkal rendelkeznek:

	beállítás értéke:	késleltetés értéke:
Feszültségcsökkenési védelem ($0,7U_n - 1U_n$):	U_n	min
Feszültségnövekedési védelem ($1U_n - 1,15U_n$):	U_n	min
Frekvenciacsökkenési védelem (47Hz - 50Hz):	Hz	sec
Frekvencianövekedési védelem (50Hz - 52Hz):	Hz	sec
Frekvenciafüggő teljesítmény szabályozó küszöbfrekvencia (50,2Hz - 52Hz):	Hz	
Teljesítményszabályozás meredeksége ($100\% P_M/\text{Hz} - 16,7\% P_M/\text{Hz}$):	$\%P_M/\text{Hz}$	
Hálózatra kapcsolódás késleltetése (0,5min - 5min):	min	

8.2. Túlfeszültségvédelem:

A háztartási méretű kiserőmű AC oldali túlfeszültségvédelmi szintje: ☐ T1 ☐ T2 ☐ T1+T2

34. ábra E.ON igénybejelentés kiegészítés [2]

Amennyiben az inverter nem tudja automatikusan a magyarországi kötelezően betartandó értékeket, úgy a következő táblázat nyújt segítséget a beállítandó értékekben:

Az elosztó hálózati engedélyes által javasolt védelmi beállítások	
Feszültségcsökkenési védelem $U_n - 0,7U_n$	javasolt beállítás: $0,8 U_n/5 \text{ min}$
Feszültségnövekedési védelem $U_n - 1,15U_n$	javasolt beállítás: $1,1 U_n/1 \text{ min}$
Frekvencianövekedési védelem 50 Hz - 52 Hz	javasolt beállítás: $50,2 \text{ Hz}/10 \text{ s}$
Frekvenciacsökkenési védelem 48 Hz - 50 Hz s	javasolt beállítás: $49,8 \text{ Hz}/10$
Hálózatra kapcsolódás késleltetése 30 s - 300 s	javasolt beállítás: 300 s
Egyenáramú védelem	javasolt beállítás: 3 A/5 s

4. táblázat Inverterek magyarországi beállításai [5]

Ezen felül, ha tudott, hogy a rendszer megfelelő lesz a szolgáltató számára, akkor benyújtható az igénybejelentés csatlakozási dokumentáció kivonattal együtt is E.ON és OPUS területen.

6.2. Meghatalmazás

Érdemes a meghatalmazást, visszavonásig érvényesíteni, mert amennyiben a folyamat tovább tartana, mint 30 nap, úgy újabb meghatalmazás kitöltése és beküldése lesz szükséges. Az ügy elnevezése: napelemes HMKE rendszer engedélyeztetése. Ez és a Démász tartalmilag teljesen ugyan ilyen dokumentuma több ügymenetre is felhasználható, szemben az E.ON-os, OPUS-os meghatalmazással, mely csak naperőművekre vonatkozik.

Az igénybejelentéstől pont ellenkezően, meghatalmazás esetén az ELMŰ rendelkezik külön magánszemély és jogi személy irattal. A különbség a két dokumentumban mindösszesen annyi, hogy a cégre vonatkozó adatokat is meg kell adni, mint adószám, székhely, cégjegyzékszám.

Miután az igénybejelentés minden mellékletével együtt megérkezett a szolgáltatóhoz, az végrehajt egy műszaki vizsgálatot. Ez alatt megvizsgálják, hogy a tervezett rendszer a hálózathoz, milyen feltételek mellett tud csatlakozni. A hálózat képes lesz-e fogadni a rendszer által megtermelt villamos energiamennyiséget [4].

6.3. Műszaki gazdasági tájékoztató (MGT)

A szolgáltató a műszaki vizsgálat utáni 30 napon belül megküldi az ügyfélnek a Műszaki Gazdasági Tájékoztatót, röviden: MGT. *Ebből megtudható, hogy az igényelt rendszer telepíthető-e, van-e szükség teljesítmény bővítésre, mérőhely felújításra stb... Az MGT elfogadása után 1 év áll rendelkezésre telepíteni a HMKE-t* [4].

Nem ELMŰ-s hálózat engedélyeztetési folyamatai annyiban eltérők, hogy MGT helyett HMKE létesítés feltételei című dokumentumot küldenek, mely tartalmilag nagyon hasonló. Ezekben külön feltüntetik, hogy mely dokumentumokat kell elkészíteni a *Csatlakozási dokumentációban*.

B_783/01



Meghatalmazás személyes ügyintézéshez Magánszemély részére

Felhasználó azonosító száma/Felhasználási hely azonosító:

Alulírott _____

meghatalmazom _____ -t, hogy a(z)

irányítószám település _____ utca _____ hsz

felhasználási hellyel kapcsolatban az alábbiak szerint az ELMŰ Hálózati Kft.-nél a nevemben eljárjon és helyettem aláírjon.

Kérjük, jelölje meg, hogy a meghatalmazott milyen ügyben (pl. számlázás, szerződéskötés, stb.) járhat el.

☐ Egyszeri meghatalmazás, amely _____ ügy intézésére jogosít a kiállításától számított maximum 30 napig.

☐ Visszavonásig érvényes _____ ügyekben, amely érvényes marad a szerződés teljes időtartamára, ha nem kerül visszavonásra.

Kelt _____ év _____ hó _____ nap

Meghatalmazó adatai

Név: _____

Sz. név: _____

Anyja neve: _____

Születési helye: _____

Születési idő: _____

Lakcím: _____

Meghatalmazó aláírása: _____

Meghatalmazott adatai

Név: _____

Sz. név: _____

Anyja neve: _____

Születési helye: _____

Születési idő: _____

Lakcím: _____

Meghatalmazott aláírása: _____

Előttük, mint tanúk előtt

Név: _____

Lakcím: _____

Tanú aláírása: _____

Név: _____

Lakcím: _____

Tanú aláírása: _____

35. ábra ELMŰ-s meghatalmazás magánszemély részére [4]

6.4. Csatlakozási dokumentáció

Csatlakozási dokumentáció minden elosztói engedélyes ügymenetéhez kötelezően készítendő egy villamosszakirányú kamarai regisztrációval rendelkező, tervezésre jogosult mérnökkel. Az ügyfélnél legalább egy teljes példányban bemutatathatónak kell lennie a dokumentumnak.

6.4.1. ELMŰ (és Émász) esetén

A csatlakozási dokumentáció elkészítését <https://tervezok.elmuhalozat.hu> segíti. „Erre a weboldala Magyar Mérnöki Kamara által regisztrált villamos tervezők regisztrálhatnak és készíthetik el HMKE-vel kapcsolatos adminisztrációs feladataikat” [6]. Minden szükséges dokumentum sablonja itt megtalálható.

Teljes csatlakozási dokumentációban szereplő dokumentumok:

- HMKE megbízói levél – Az ügyfél megbízza a tervező mérnököt, hogy a csatlakozási dokumentáció elkészítése folyamán felhasználhatja annak személyes adatait.
- HMKE csatlakozási dokumentáció
 - Ügyfél adatlapja – Felhasználó és felhasználási hely adatai, Műszaki paraméterek, Pénzügyi jellegű adatok, Csatlakozási dokumentáció készítőjének adatai
 - Termelői berendezés csatlakozási dokumentációja – Termelőegység általános bemutatása, villamos jellemzői, csatlakozási pontja, hiba és túlfeszültség védelme, hálózati visszahatása, galvanikus leválasztásának biztosítása, kialakítása
- HMKE csatlakozási dokumentáció mellékletei – Tervezői-, forgalmazói- és termelői nyilatkozat.
- Műszaki Gazdasági Tájékoztató – Ügyfél vagy meghatalmazott által elfogadva.
- Tulajdonosi hozzájárulás – A felhasználási hely tulajdoni lapjának másolata
- Telepítési helyet bemutató térképszelvény – Nem hiteles térképmásolat a Földhivaltól elegendő információval bír az ELMŰ számára.

- Elhelyezési vázrajz – Térképszelvényen felvázolja a napelemek, inverter(ek), tűzvédelmi leválasztó kapcsolók, mérőhely elhelyezkedését felülnézetben.
- Egyvonalas kapcsolási rajz

A Microsites-on elkészített dokumentumot utólagosan ki kell egészíteni a napelemek adatlapjával, az inverter adatlapjával és érintésvédelmi szakember által kiállított *Érintésvédelmi Jegyzőkönyv*-et. Így lesz teljes a dokumentum.

6.4.2. E.ON, OPUS és Démász esetén

Ezen szolgáltatók felé a Csatlakozási dokumentáció kivonatát elegendő megküldeni, ez történhet akár az igénybejelentéssel együtt, amennyiben az ügyfél biztos afelől, hogy elfogadásra fog kerülni a tervezett rendszere. A dokumentumot online felület hiányában emailben kell eljuttatni a szolgáltatónak. Teljes dokumentáció ezen felül viszont kötelezően készítenő és az ügyfélnél kell lennie bemutatható formátumban.

Teljes csatlakozási dokumentációban szereplő dokumentumok:

- Csatlakozási dokumentáció előlap – Felhasználó és felhasználási hely adatai, Csatlakozási dokumentáció készítőjének adatai, nyilatkozata.
- Általános leírás – Termelőegység bemutatása, villamos jellemzői, csatlakozási pontja, hibavédelme (érintésvédelme), túlfeszültség védelme, villámvédelme, tűzvédelmi lekapcsolása, hálózati visszahatása, galvanikus leválasztásának biztosítása, inverter konkrét beállítási értékei, mérőhely kialakítása és a csatlakozás villamos jellemzői.
- Mellékletek
 - Napelem modul adatlapja
 - Inverter adatlapja
 - Mérőhely fényképe
 - Egyvonalas csatlakozási rajz
 - *Háztartási méretű kiserőmű igénybejelentés és csatlakozási dokumentáció kivonat* dokumentum

- *Meghatalmazás – Háztartási méretű kiserőmű engedélyeztetési folyamathoz dokumentum*
- *A HMKE létesítés feltételei levél*
- *HMKE csatlakozási dokumentáció jóváhagyása levél*
- *Érintésvédelmi felülvizsgálati jegyzőkönyv – Melyet az elosztói engedélyesek felé is meg kell küldeni.*

A dokumentáció megküldése után a szolgáltatók azokat bírálják, ha nem felelt meg akkor hiánypótlást küldenek, ha megfelelt akkor *elkezdhető a HMKE rendszer telepítése*, a szükséges villamos kapcsolat kiépítése.

6.5. Készre jelentés

A rendszer elkészültével az ügyfél, vagy a meghatalmazottja elküldi a készre jelentő nyilatkozatot a szolgáltatónak (36. ábra). ELMŰ esetében, nincs is másra szükség a kivitelező szempontjából, ezután a regisztrált szerelők kivonulnak a felhasználási helyre, elvégzik a mérőóra cseréjét ad-vesz mérőórára, ellenőrzik a HMKE rendszert és a Csatlakozási Dokumentáció meglétét. *Tilos a HMKE rendszert addig bekapcsolt állapotban tartani míg ad-vesz mérőórát nem szereltek fel.* Az ügyfél a szükséges szerződéseket kitölti, a hálózatra kapcsolódás díját kifizeti és megtörténhet az üzembe helyezés.

Nem ELMŰ-s területeken még egy további dokumentumra is szükség van a kivitelező felől, melyet a 37. és 38. ábra mutat. Ez a Felhasználói nyilatkozat, hivatott az ügyfelet tájékoztatni büntetőjogi felelősségéről, amennyiben az ő nevében eljáró kivitelő ezt nem tette volna meg. Tisztázza a tulajdoni határokat. Csak az ügyfél hitelesítheti aláírásával ezt a dokumentumot, meghatalmazott aláírását nem fogadják el.



**Kivitelezői készre jelentés
háztartási méretű kiserőmű üzembe helyezéséhez**

Ügyszám: _____

Engedélyes terv száma: _____

Elosztói engedélyes*

ELMŰ Hálózati Kft.

Kivitelező

Cégnév: _____

Cím: _____

Elérhetőség (telefon, e-mail): _____

Alulírott, mint a fent megjelölt kivitelező cég felelős műszaki vezetője nyilatkozok, hogy a lenti azonosítókkal rendelkező felhasználási helyen az engedélyes csatlakozási tervdokumentációnak megfelelően, a hatályos szabványok és szabályozások alapján a kivitelezés elkészült, üzembe helyezésre kész állapotban van.

Termelő berendezés típusa _____

mennyisége _____ db

Felhasználási hely azonosítója _____

címe _____

Felhasználó neve _____

levelezési címe _____

elérhetősége

telefon _____

e-mail _____

_____ , _____
Kelt év hó nap

műszaki vezető

* megfelelő aláhúzendő

Háztartási méretű kiserőművek felhasználói nyilatkozat

Iratazonosító: 0466

Kérjük, nyomtatott nagybetűkkel töltsd ki!

1. Felhasználó, felhasználási hely adatai:

Felhasználó neve: _____
 Telefonszáma: _____ e-mail címe: _____
 Felhasználási hely címe: _____

ir.szám település ☐ út ☐ utca ☐ tér sz./hrsz. em./fsz.,ajtó

Mérési pont azonosító (POD): _____

Általános (nappali) mérő gyári száma: _____

2. Felhasználói nyilatkozat az üzembe helyezéshez:

Tudomásul veszem, hogy az üzembe helyezés szükséges feltételei:

- Jogszabály¹ szerinti nyilatkozatok, minősítő iratok, jegyzőkönyvek, a teljes eredeti csatlakozási dokumentáció rendelkezésre állása.
- A rendszer kialakítása, teljesítménye, az inverter típusa a jóváhagyott csatlakozási dokumentációban foglaltaknak megfelelően.
- A mérőhely, a fővezetékek (regisztrált szerelő általi) ellenőrzése, szükség szerinti felújítása megtörténjen.
- Az üzembe helyezés során a felhasználó vagy meghatalmazottjának jelenléte. (Meghatalmazott esetén meghatalmazás bemutatása szükséges.)

3. Termelői nyilatkozat

Alulírott felhasználó nyilatkozom:

- Tudomásul veszem, hogy amennyiben a közcélú elosztóhálózatba villamos energiát kívánok betáplálni, és az egyetemes szolgáltatóval, vagy villamos energia kereskedővel a háztartási méretű kiserőmű üzembe helyezése után érvényes villamos energia vásárlási szerződéssel nem rendelkezem, a hálózatba összesen betáplált és vételezett villamos energiára vonatkozó szaldó mennyiség tekintetében, az elosztói engedélyes általi ellenérték fejében történő átvételre nem tarthatok igényt.
- A háztartási méretű kiserőmű üzembe helyezése illetve üzemeltetése során az esetlegesen fellépő hálózati zavarhatások elosztói engedélyes költségén történő kontroll méréseinek elvégzéséhez a felhasználói berendezésemen, és/vagy a csatlakozási ponton hozzájárulásumat adom, szinkrongenerátoros háztartási méretű kiserőmű esetén főtápkercs, kompenzáló berendezés, szűrőkör beépítése szükségességének elosztói engedélyes által történő bizonyítása esetén, a felhasználói berendezésemen (ideértve a háztartási méretű kiserőmű elemeit 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 hozzájárulásumat 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 kiserőmű hálózat irányából a hálózati feszültség kimaradása esetén az automatikus és galvanikus leválasztást 200 ms-on belül biztosítja.
- Tudomásul veszem, hogy a közcélú kiserőmű hálózatra való visszakapcsolásra csak a hálózati feszültség tartós visszatérését követően, 1-5 perc elteltével kerülhet sor.
- A beépített inverter az elosztói engedélyes honlapján szereplő típus, tehát rendelkezik hálózati visszahatások szempontjából, független minősítő szervezet által kiállított minősítési tanúsítvánnyal. Tudomásul veszem, hogy invertercseré esetén a honlapon szereplő azonos névleges teljesítményű típusok közül lehet választani.
- Tudomásul veszem, hogy az elosztói engedélyes területén a csatlakozó kiserőművi egységek ki vannak téve a közcélú hálózati védelmek alapműködését képező gyors- és lassú visszakapcsolási műveletek, a tápponti transzformátor átkapcsoló automatikák 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 háztartási méretű kiserőmű működéséből adódó hálózati visszahatásokból eredő károk megtérítése iránt az elosztói engedélyes felé semmilyen igénnyel nem élek.

4. Üzemeltetési megállapodás:

Tulajdonviszonyok:

Az elosztói engedélyes tulajdonában van a 0,4 kV-os közcélú hálózat, a csatlakozó berendezés, ezen belül a fogyasztásmérő berendezés. A felhasználó tulajdonában van a 0,4 kV-os felhasználói berendezés, ezen belül a háztartási méretű kiserőmű.

E.ON Észak-dunántúli
Áramhálózati Zrt.

E.ON Dél-dunántúli
Áramhálózati Zrt.

Telefonos ügyfélszolgálat

Lakossági ügyfelek

h, k, cs, p: 8.00-18.00

sz: 8.00-20.00

T: 06 52/512 400

M: 06 20/30/70 45 99 600

Üzleti ügyfelek

h-p: 8.00-16.00

T: 06 96/616 345

Levélcímkünk

7602 Pécs, Pf. 197

www.eon.hu

aramhalozat@eon.hu

21_HFNY_1-3_DIGIT

¹ 40/2017. (XII.4) NGM rendelet 1. melléklete: Villamos Műszaki Biztonsági Szabályzat (VMBSZ)

Háztartási méretű kiserőművek felhasználói nyilatkozat

Tulajdonjogi határ, csatlakozási pont:
A fogyasztásmérő berendezés kapcsai, amelyre a felhasználói berendezés csatlakozik.

Üzemeltetési határ:
Megegyezik a tulajdonjogi határral.

Üzemeltetés:

Az elosztó engedélyes üzemelteti a tulajdonában lévő létesítményeket. A felhasználó üzemelteti a tulajdonában lévő létesítményeket. A felhasználó háztartási méretű kiserőműve a következő pontban meghatározott feszültség- és frekvencia viszonyok mellett az elosztó engedélyes közcélú kiserőmű hálózataival a csatlakozási ponton az energiáirány megváltozásától függetlenül korlátozás nélkül párhuzamosan kapcsolva működhet.

Üzemzavarai állapot:

Az elosztó engedélyes hálózatán bekövetkező zavarok, védelmi működések következtében a felhasználó háztartási méretű kiserőművének automatikusan, galvanikusan a hálózatról le kell kapcsolódnia. A lekapcsolást a háztartási méretű kiserőmű védelmi rendszere végzi. A védelmi beállításnak olyannak kell lennie, hogy a háztartási méretű kiserőmű a hálózati feszültség kimaradása esetén 200 ms-on belül automatikusan kapcsolódjon ki.

A védelmi berendezések ajánlott beállítási értékei a következők:

- feszültség-csökkenési védelem $0,8 \cdot U_n / 5 \text{ min}$
- feszültség-növekedési védelem $1,1 \cdot U_n / 1 \text{ min}$
- frekvencia-csökkenési védelem $47,5 \text{ Hz} / 10 \text{ s}$,
- frekvencia-növekedési védelem $51,5 \text{ Hz} / 10 \text{ s}$
- frekvenciafüggő teljesítmény szabályozó küszöbfrekvencia $50,2 \text{ Hz}$
- teljesítményszabályozás meredeksége $40\% P / \text{Hz M}$
- hálózatra kapcsolódás késleltetése 5 min

A háztartási méretű kiserőmű védelmi kikapcsolódását követően, a közcélú hálózatra való automatikus vagy kézi visszakapcsolódás a megfelelő paraméterű hálózati feszültség tartós visszatérését követően történhet.

Eljárás tervszerű munkák esetén:

Az elosztói engedélyes saját berendezésén végzett feszültségmentesítéssel járó tervszerű munkája esetén a felhasználót az Üzletszabályzatban rögzített eljárásrend szerint értesíti. Felhasználónak a háztartási méretű kiserőművét a tervszerű munkák tervezett idejére le kell választania felhasználói-, összekötő berendezéséről, vagy magánvezetékéről.

Az elosztói engedélyes saját berendezésén végzett feszültségmentesítéssel járó munkák esetén, a biztonságos munkavégzés érdekében, szabályos feszültségmentesítést végez, amelynek egyik eleme a közcélú kiserőmű hálózat földelése, rövidzárása.

Záró rendelkezés:

Jelen Termelői nyilatkozat és Üzemeltetési megállapodás a felhasználó és az elosztói engedélyes között jött létre, a Hálózathasználati Szerződés mellékleteként, annak hatályba lépésével egyidejűleg lép hatályba, azzal együtt érvényes és hatályos, annak elválaszthatatlan részét képezi. Mindkét fél felelősséggel tartozik a megállapodásban rögzített magatartásért és az ehhez szükséges személyi és anyagi feltételek biztosításáért. Ha a fenti feltételek nem teljesülnek, illetve ha az elosztói engedélyes munkatársai úgy ítélik meg, hogy a termelő berendezés kialakítása, elemei a közcélú elosztói hálózatra nézve káros visszahatást okozhatnak, a rendszer üzembe helyezése a hiba(ok)k elhárításáig nem történhet meg.

Aláírással igazolom, hogy a fenti adatok a valóságnak megfelelnek. Hozzájárulok ahhoz, hogy a telefonszámomat és az e-mail címet az illetékes elosztói engedélyes társaság a szerződésből eredő jogok gyakorlására és kötelezettségek teljesítése céljából kezelje.

kelt _____ év _____ hó _____ nap

Szerződött felhasználó aláírása
(Kizárólag Szerződött ügyfelünk aláírását fogadjuk el.)

21_HFNY_1-3_DIGIT

E.ON Észak-dunántúli
Áramhálózati Zrt.

E.ON Dél-dunántúli
Áramhálózati Zrt.

Telefonos ügyfélszolgálat
Lakossági ügyfelek
h, k, cs, p: 8.00-18.00
sz: 8.00-20.00
T: 06 52/512 400
M: 06 20/30/70 45 99 600
Üzleti ügyfelek
h-p: 8.00-16.00
T: 06 96/616 345

Levélcímünk
7602 Pécs, Pf. 197

www.eon.hu
aramhalozat@eon.hu

Összefoglaló

Szakedolgozatomban végigvezettem az olvasót a háztartási méretű erőművek alap részeitől kezdve, a tervezésen át, a rendszer engedélyeztetéséig bezárólag minden részleten.

Útmutatóul szolgálhat minden kisvállalkozás számára, akik pályázati napelemes rendszerekkel szeretnének foglalkozni, de bízom benne, hogy azoknak is segítséget nyújthat, akik méretre, vagy termelésre optimalizált erőművet szeretnének építeni.

Igyekeztem a jelenlegi legkorszerűbb megoldásokat bemutatni a leglogikusabb módon, valamint a legfrissebb dokumentumokat prezentálni az engedélyeztetés folyamatában. Itt megemlíteném, hogy érdemes rendszeresen utánanézni, hogy történt-e bármi változás a folyamatban, vagy a beadandó dokumentumokban. Lényegesen lelassíthatja a folyamatot egy régi dokumentum utólagos újraküldése.

Szeretnék köszönetet mondani mindenkinek, aki bármilyen formában hozzájárult a szakedolgozatom elkészülésében, többek közt konzulensemnek, tanárainknak, munkatársaimnak, főnökeimnek, barátainknak és családomnak.

Summary

In my thesis, I guide the reader through every detail of creating small household powerplants, from the basics, through design, to the licensing, with every single detail.

It can be used as a guide for every small enterprise, that would like to work with solar panel system tenders, but I hope, that it can also provide assistance, for those who wish to build power plants optimized for size or production.

I tried to show the most up to date methods and solutions in the most logical way, while presenting the latest documents in the licensing process. Here I would like to mention, that it is advised, to regularly look up, if there were any changes made, either to the process itself, or in the documents that are to be submitted. The readmission of an old the document can significantly hinder and slow down the progression of a project.

I would like to thank everyone who contributed to my thesis in any way. Among others, my consultant, my teachers, coworkers, employers, friends, and family.

Irodalomjegyzék

- [1] canadian-napelem.hu. *Miért a Canadian Solar*.
[online] Elérhetőség: <<https://canadian-napelem.hu/miert-a-canadian-solar/>>
- [2] Eon.hu. *HMKE engedélyeztetés dokumentumok és nyomtatványok*.
[online] Elérhetőség: <<https://www.eon.hu/hu/hmke/dokumentumok.html>>
- [3] Napelemszolnok.hu. *Háztartási méretű kiserőműre vonatkozó szabályok*.
[online] Elérhetőség: <<http://napelemszolnok.hu/hmketajekoztatasmekh.pdf>>
- [4] Eon.hu. *Háztartási Méretű Kiserőmű*.
[online] Elérhetőség: <<https://www.eon.hu/pestmegyeihalozat/ugyintezes/muszaki-ugyintezes/haztartasi-meretu-kiseromu.html#dokumentumok>>.
- [5] Eon.hu. 2021. *Csatlakozási dokumentáció*.
[online] Elérhetőség: <https://www.eon.hu/content/dam/eon/eon-hungary/documents/hmke/dokumentumok/li_csatlakozasi_dokumentacio_minta.pdf>
- [6] tervezok.elmuhalozat.hu.
[online] Elérhetőség: <<https://tervezok.elmuhalozat.hu/login>>
- [7] Ec.europa.eu. *Nemzeti Energia- és Klímaterv*.
[online] Elérhetőség:
<https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_final_necp_main_hu.pdf>
- [8] Mekh.hu. *NEM ENGEDÉLYKÖTELES KISERŐMŰVEK ÉS HÁZTARTÁSI MÉRETŰ KISERŐMŰVEK ADATAI*.
[online] Elérhetőség: <<http://www.mekh.hu/nem-engedelykoteles-kiseromuvek-es-haztartasi-meretu-kiseromuvek-adatai>>
- [9] Uni-obuda.hu. 2007. Grabner Péter. *Háztartási méretű kiserőművek és a villamos energia törvény keretei*.
[online] Elérhetőség: <http://uni-obuda.hu/conferences/energia2007/3_GrabnerPeter.pdf>
- [10] Docplayer.hu. 2016. Szurmai Zoltán, Csányi Zoltán. *VILLAMOS HÁLÓZATI CSATLAKOZÁSI TERV NAPELEM KISERŐMŰ VISSZWATT-VÉDELEMME*.
[online] Elérhetőség: <<https://docplayer.hu/42019926-Villamos-halozati-csatlakozasi-terv-napelem-kiseromu-visszwatt-vedelemmel.html>>

- [11] Ujvilagcdn.azureedge.net. *RRF-6.2.1 - Pályázati felhívás*.
[online] Elérhetőség: <<https://ujvilagcdn.azureedge.net/public/RRF-6.2.1%20felh%C3%ADv%C3%A1s%20m%C3%B3d.pdf>>
- [12] Canadiansolar.com. 2020. *Canadian Solar CS3W-420P Datasheet*.
[online] Elérhetőség: <https://www.canadiansolar.com/test-au/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/Canadian_Solar-Datasheet-HiKu_CS3W-P_v5.59_AU.pdf>
- [13] Sisolar.hu. *A Canadian Solar napelemekről - Sisolar*.
[online] Elérhetőség: <<https://sisolar.hu/canadian-solar/>>
- [14] Eon.hu. *Tudjon meg mindent a HMKE telepítésről!*.
[online] Elérhetőség: <https://www.eon.hu/hu/hmke/tudnivalok.html#hmke_about>
- [15] ojs.uni-miskolc.hu. 2019. Tóth Anett, Voith Katalin. *NAPELEM MÚLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE*.
[online] Elérhetőség: <<https://ojs.uni-miskolc.hu/index.php/multi/article/view/257/237>>
- [16] mobilelightingtowerchina.com. *MONO Solar Panel*.
[online] Elérhetőség: <<http://hu.mobilelightingtowerchina.com/solar-panel/mono-solar-panel/solar-panel-mono-crystalline-340w-345w-350w.html>>
- [17] mobilelightingtowerchina.com. *Polikristályos szilícium napelem*.
[online] Elérhetőség: <<https://shop.napvadasz.hu/products/copy-of-canadiansolar-cs3k-300p?variant=26687541608548>>
- [18] mobilelightingtowerchina.com. *Amorf szilícium napelem*.
[online] Elérhetőség: <<https://www.conrad.hu/p/amorf-napelem-modul-10wp-12v-conrad-110700>>
- [19] ff.szie.hu. Armin Rauber. *G04 előadás* Napelem technológiák és jellemzőik*.
[online] Elérhetőség: <<http://fft.szie.hu/fizika/Turkalo/napenerghaszn/G04%20-%20Napelem%20technologiak%20es%20jellemzoik.pdf>>
- [20] sisolar.hu. 2020. *Melyek a legjobb napelemek 2021-ben?*.
[online] Elérhetőség: <<https://sisolar.hu/legjobb-napelemek/>>

- [21] MSZ HD 60364-7-712:2016. 2016. *Kisfeszültségű villamos berendezések. 7-712. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Napelemes (PV) rendszerek.*
- [22] meevet.hu. MEE Villamos Energia Társaság. 2007. *Háztartási méretű kiserőművek.*
[online] Elérhetőség: <<https://www.meevet.hu/kcfinder/upload/files/MEE-VET-201-256.pdf>>
- [23] napelemespalyazatok.hu. *Inverter típusok.*
[online] Elérhetőség: <<https://www.napelemespalyazatok.hu/inverter-tipusok-2/>>
- [24] old.bv.gov.hu. 2016. Tóth András. *CSATLAKOZÁSO DOKUMENTÁCIÓ.*
[online] Elérhetőség:
<http://old.bv.gov.hu/download/2/0a/81000/BV%20Muszaki_leiras.pdf>
- [25] nvsolar.hu. *SolarEdge inverter.*
[online] Elérhetőség: <https://nvsolar.hu/termekek/napelem-inverter/solaredge-inverter/?gclid=CjwKCAiAhreNBhAYEiwAFGGKPBnXD08Dikhn0hv2kTEsNvRO8-w3a3khpJfO7D1Jj8Gf5w4oyPGPGRoC8XEQA_vD_BwE>
- [26] ec.europa.eu. *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).*
[online] Elérhetőség: <<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>>
- [27] eon.hu. *Kivitelezők figyelmébe.*
[online] Elérhetőség: <https://www.eon.hu/content/dam/eon/eon-hungary/documents/hmke/nyomtatvanyok/hmke_kivitelezokfigyelmebe.pdf>
- [28] napelemmarket.hu. *Santon tűzvédelmi kapcsoló 4P DFS-14.*
[online] Elérhetőség:
<https://www.napelemmarket.hu/santon_tuzvedelmi_kapcsoló_4p_dfs-14_795>
- [29] solarity.hu. *K2 Systems.*
[online] Elérhetőség: <<https://solarity.hu/products/mounting-systems/k2-systems/>>
- [30] klimaman.hu. *Napelem tartószerkezet ferde cseréptetőre.*
[online] Elérhetőség: <<https://www.klimaman.hu/napelem-tartoszerkezet-ferde-csereptetore-10284>>
- [31] fronius.com. *Letöltések – Inverter adatlapja.*
[online] Elérhetőség: <<https://www.fronius.com/en/downloads>>

- [32] partnercable.hu. *SOLARFLEX (PV1-F) 0,6/1 KV szolár kábel*.
 [online] Elérhetőség: <<http://www.parnercable.hu/hu/katalogus/solar-kabelek/solarflex-pv1-f-061-kv>>
- [33] solarplaza.hu. *MC4 Napelem Csatlakozó*.
 [online] Elérhetőség: <https://solarplaza.hu/termek/mc4-napelem-csatlakozo/?gclid=Cj0KCQiA2NaNBhDvARIsAEw55hgBne3VGsQvUPDhjm_GCXYyBLpub8IwNUu7ynWnTzxMkvqYorqE6Q0aAi7TEALw_wcB>
- [34] se.com. *Kaedra kiselosztó IP65 12 modul 1L*.
 [online] Elérhetőség: <<https://www.se.com/hu/hu/product/13981/kaedra-kiseloszt%C3%B3-ip65-12-modul-1l-/>>
- [35] eaton.com. *PV-20A10F*.
 [online] Elérhetőség: <<https://www.eaton.com/us/en-us/skuPage.PV-20A10F.html>>
- [36] eaton.com. *CHPV1U*.
 [online] Elérhetőség: <<https://www.eaton.com/us/en-us/skuPage.CHPV1U.html>>
- [37] dehn.hu. *DEHNGuard YPV SCI 1000 (950530) túlfeszültség levezető*.
 [online] Elérhetőség: <<https://www.dehn.hu/store/p/hu-DE/F396467/null?product=P396473#P396473>>
- [38] shop.traconelectric.com. *Kismegszakító, 3 pólus, C karakterisztika*.
 [online] Elérhetőség:
 <<https://shop.traconelectric.com/product/TDZ3C10/Kismegszakito--3-polus--C-karakterisztika-10A--6kA>>
- [39] dehn.hu. *DEHNshield DSH TNS 255 (941 400) túlfeszültség levezető*.
 [online] Elérhetőség: <<https://www.dehn.hu/store/p/hu-DE/F42828/null?product=P42836#P42836>>
- [40] socomec.com. *Socomec SIRCO M leválasztó AC kapcsoló*.
 [online] Elérhetőség: <https://www.socomec.com/range-load-break-switches-energy-distribution_en.html?product=/sirco-m-mv_en.html&view=technical#technical>

Mellékletek

1. számú melléklet: Napelem adatlapja (2 oldal) [12]







HiKu

SUPER HIGH POWER POLY PERC MODULE
395 W ~ 420 W
CS3W-395 | 400 | 405 | 410 | 415 | 420P

MORE POWER

-  24 % higher power than conventional modules
-  Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost
-  Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax): -0.36 % / °C
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  Lower internal current, lower hot spot temperature
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 3600 Pa*

25

years linear power output warranty*

12

years enhanced product warranty on materials and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / KS / INMETRO
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way







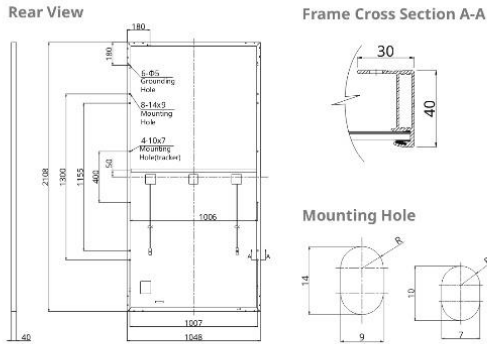
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 40 GW deployed around the world since 2001.

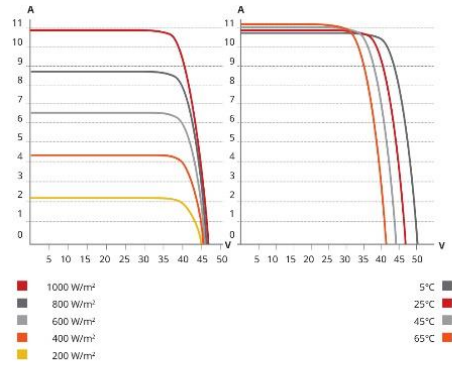
* For detail information, please refer to Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS3W-400P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	395P	400P	405P	410P	415P	420P
Nominal Max. Power (Pmax)	395 W	400 W	405 W	410 W	415 W	420 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.5 V	38.7 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V	39.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.26 A	10.34 A	10.42 A	10.49 A	10.56 A	10.64 A
Open Circuit Voltage (Voc)	47.0 V	47.2 V	47.4 V	47.6 V	47.8 V	48.0 V
Short Circuit Current (Isc)	10.82 A	10.90 A	10.98 A	11.06 A	11.14 A	11.26 A
Module Efficiency	17.9%	18.1%	18.3%	18.6%	18.8%	19.0%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3W	395P	400P	405P	410P	415P	420P
Nominal Max. Power (Pmax)	294 W	298 W	302 W	305 W	309 W	313 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	35.8 V	36.0 V	36.2 V	36.4 V	36.6 V	36.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.21 A	8.27 A	8.33 A	8.39 A	8.45 A	8.51 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.1 V	44.3 V	44.5 V	44.7 V	44.9 V	45.1 V
Short Circuit Current (Isc)	8.73 A	8.79 A	8.86 A	8.92 A	8.99 A	9.08 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.36 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.28 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

2. számú melléklet: Napelem tartószerkezet prospektus (2 oldal) [29]

MiniRail rendszerek

Az alábbi tetőtípusoknál alkalmazható:

Stándívspanel

Fém trapézlemez

Raktáron

200234-1

K2 MiniRail készlet

- 1 db MiniRail sín EPDM szigeteléssel
- 4 db átméretező csavarnál

Fektetett elrendezés

200235 / 200236

K2 MiniRail MC

- Univerzális végcsatlósító
- 30-50 mm
- Rozsdamentes acél
- Fektetési és elrendezési

200237 / 200238

K2 MiniRail EC

- Univerzális végcsatlósító
- 30-50 mm
- Alumínium és rozsdamentes acél
- Fektetési és elrendezési

SOLARITY
Elérhetőség:

Értekeztes
info@solarity.hu

Gyártó	K2 Systems GmbH
Alapítva	2004
Nemzetközi Székhely	Ferringen, Németország
Leányvállalatok	8 országban világszerte
Kiszolgálási terület	Világszerte
Termékek	Rögzítőrendszer megoldások napellenes rendszerekhez
Elérhetőség	www.ovrtrade.eu/hu

Miért a K2 Systems?

Elérhetőség

A termékek többsége raktáron
Gyors kiszállítás

Univerzális tető megoldás

A K2 rögzítőrendszer alkalmas
mármilyen miniféle tetőre

Base On

Online tervező

- Mindentfajta tetőre, fedésre
- Egyedi tervek adott feladathoz
- Base On design szoftver
- K2+ Algo

ELŐNYÖK:

A Solarity a K2 Systems hivatalos forgalmazója.
A gyártó napellenes rendszereinek fejlesztés és gyártás
különböző típusú tartozékszettekkel. A termékek kiváló
minőségű acélból és alumíniumból készülnek és megfelelő
előválasztást jelentenek bármilyen igény és rendelkezésre
álló hely esetén – akkor is, ha egy kész opció választ,
illetve akkor is, ha egy személyes szobott megoldásra
van szüksége.

SOLARITY

Trapéz fémlemezek

Rögzítés a tetőjén

Korcolt lemeztető

A lemezek kapcsolatoknak megfelelő
különböző bilincsek

Lapostetők

Beton, kavics-, vagy egyéb
borítású lapostetőkön

Cseréptető

Hullámos vagy sima cseréphez
vagy apos beton tetőcseréphez

Hullámpala

Rögzítés a tető alszerkezetén

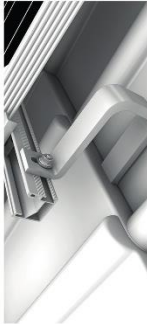


Trapézlemez
Hullámpala
Korcolt lemeztető



Cserépfedésű tetőkhöz
Az alábbi típusú cserepeknél
alkalmazható:

- Hullámos Hód farkú Sík



Raktáron

Tetőrögzítés



- 2000129
K2 T-csavar
• Rozsdamentes acél
• M10x20 mm
• Előre összeszelelt
• Feszítkezethez

- 200016 / 200244
Síktető rögzítő acélhoz és Alumínium
• Rozsdamentes acél
• Rögzítési távolság: 800 mm
• 8x155/50, FDZ, Hossz: 205 mm
• Feszítkezethez

- 200171-5
Előfeszített korcolt lemezekhez
• Rozsdamentes acél
• Feszítkezethez
• Feszítkezési távolság: 800 mm
• Korcolt tetőlemezekhez



Csavarok és anyák



- 1000041
K2 T-csavar 28/15
• Rozsdamentes acél

- 1000012
M10 önzáró anya
• Rozsdamentes acél

- 200015 / 200079
OneMid köztes leszorítók
• Alumínium
• 32 - 42 mm
• Feketebe is elérhető

- 200214 / 200238
OneEnd végleszorítók
• Alumínium
• 32 - 42 mm
• Feketebe is elérhető

Leszorítók



Sínek és tartozékok



Típus	SolidRail Upraight 32	SolidRail Light 37
ID	200195-1	1001357 / 2003091
Anyag	Alumínium	Alumínium
Szélesség [mm]	39	39
Magasság [mm]	32	37
Hossz [m]	3,15	2,10 / 3,25

- 1001107
K2 SolidRail töldő készlet
• SolidRail töldő
• K2 T-csavar 28/15
• M10 önzáró anya



Tetőkampók



- 1000125
Vinyl 2
• Rozsdamentes acél
• Boly ponton állítható
• Magasság
• Hullámos cseréphez

- 1000107
Vinyl 2
• Rozsdamentes acél
• Két ponton állítható
• Magasság
• Hullámos cseréphez

- 2003073
Tetőrögzítő
• Rozsdamentes acél
• Hód farkú cserephez

- 1000173
Tetőrögzítő
• Rozsdamentes acél
• Lapos cserephez



Csavarok és anyák



- 1000041
T-csavar 28/15
• Rozsdamentes acél

- 200215 / 200072
OneMid köztes leszorítók
• Alumínium
• 32 - 42 mm
• Feketebe is elérhető

- 200214 / 200238
OneEnd végleszorítók
• Alumínium
• 32 - 42 mm
• Feketebe is elérhető

Leszorítók



Sínek és tartozékok



Típus	SolidRail Upraight 32	SolidRail Light 37
ID	200195-1	1001367 / 2003091
Anyag	Alumínium	Alumínium
Szélesség [mm]	39	39
Magasság [mm]	32	37
Hossz [m]	3,15	2,10 / 3,25

- 1001107
K2 SolidRail sín töldő készlet
• SolidRail sín töldő
• K2 T-csavar 28/15
• M10 önzáró anya



3. számú melléklet: Inverter adatlapja (2 oldal) [31]

A FRONIUS SYMO MŰSZAKI ADATAI (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

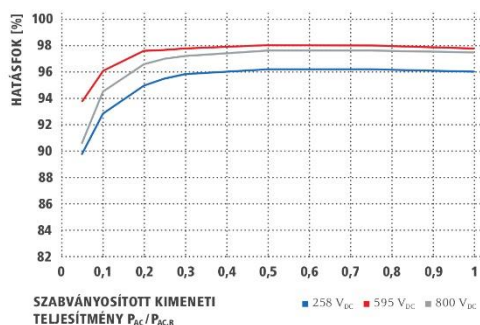
BEMENETI ADATOK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
MPP-Tracker száma			2	
Max. bemeneti áram ($I_{dc\ max\ 1} / I_{dc\ max\ 2}$)		16,0 A / 16,0 A		
Modulmező max. rövidzárlati áramerőssége (MPP ₁ /MPP ₂)		24,0 A / 24,0 A		
Bemeneti feszültség DC ($U_{dc\ min} - U_{dc\ max}$)		150 - 1000 V		
Betáplálási indulófeszültség ($U_{dc\ start}$)		200 V		
Használható MPP feszültségtartomány		150 - 800 V		
DC-csatlakozók száma		2+2		
Max. PV generátorteljesítmény ($P_{dc\ max}$)	10,0 kW _{peak}	12,0 kW _{peak}	14,0 kW _{peak}	16,4 kW _{peak}

KIMENETI ADATOK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Névleges AC teljesítmény ($P_{ac,1}$)	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Max. kimeneti teljesítmény	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
AC - kimeneti áram ($I_{ac\ nom}$)	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Hálózati csatlakozás (feszültségtartomány)		3-NPE 400 V / 230 V vagy 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)		
Frekvencia		50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)		
Torzítási tényező		< 3 %		
Teljesítménytényező ($\cos \phi_{ac,1}$)		0,85 - 1 ind. / cap.		

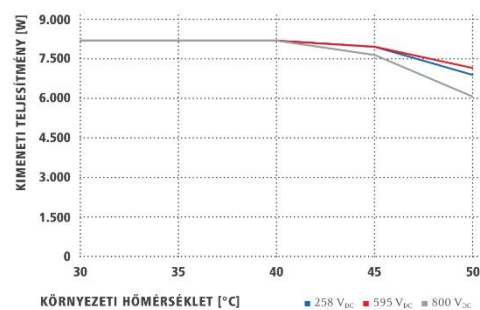
ÁLTALÁNOS ADATOK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Méreték (Magasság x Szélesség x Mélység)		645 x 431 x 204 mm		
Súly	19,9 kg			21,9 kg
SIP-védettség		IP 65		
Erintésvédelmi osztály		1		
Tűlfeszültség besorolás (DC / AC) ¹⁾		2 / 3		
Éjszakai fogyasztás		< 1 W		
Inverter koncepció		Transzformátor nélkül		
Hűtés		Szabályozott légűtés		
Felszerelés		Beltéri és kültéri felszerelés		
Környezeti hőmérséklet tartomány		-25 - +60 °C		
Megengedett páratartalom		0 - 100 %		
Max. tengerszint feletti magasság		2.000 m / 3.400 m (Korlátozás nélkül / korlátozott feszültségtartomány)		
DC csatlakozás technológia		4x DC+ és 4x DC sorkapocs 2,5 - 16mm ² ²⁾		
AC csatlakozás technológia		5 pólusú AC sorkapocs 2,5 - 16mm ² ²⁾		
Tanúsítványok és megfelelés a szabványoknak		ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, GB3/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097		

¹⁾ Az IEC 62109-1 szabvány szerint.²⁾ 16 mm²-nél érvényhüvely nélkül.Az inverternek az Ön országában történő beszerzésére vonatkozó közelebbi adatokat a www.fronius.com címen találhatja meg.

HATÁSFOK-JELLEGGÖRBE FRONIUS SYMO 8.2-3-M



HŐMÉRSÉKLET-DERATING FRONIUS SYMO 8.2-3-M



A FRONIUS SYMO MŰSZAKI ADATAI (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

HATÁSFOK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Max. hatásfok			98,0 %	
Europ. hatásfok (η _{EU})	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
MPP illesztési hatásfok			> 99,9 %	
SVÉDELMI ESZKÖZÖK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
DC szigetelésmérés			Igen	
Viselkedés túlterheléskor		Munkaponteltolás, teljesítmény korlátozás		
DC leválasztó kapcsoló		Igen		
Pólusfelcserélés elleni védelem		Igen		
INTERFÉSZEK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
WLAN / Ethernet LAN		Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (USON)		
6 bemenet és 4 digitális be-/kimenet			Csatlakozás körvezérlő vevőkhöz	
USB (A típusú aljzat) ¹⁾			Dataogging, USB stick-ek számára	
2x RS422 (RJ45 aljzat) ¹⁾			Fronius Solar Net	
Kimenet üzenetek számára ¹⁾			Energiakezelés (potenciálmentes relékimenet)	
Datalogger és Webserver			Beépítve	
Külső csatlakozó ¹⁾			50 számláló csatlakozás/Tűlteszűrttség védelem	
RS485			Modbus RTU SunSpec vagy számláló csatlakoztatás	

¹⁾ light változatban is kapható.