



SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve: Pray Marcell

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T008369/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Pray Marcell

Szakdolgozat száma: SZD21090213458203

Törzskönyvi száma: T008369/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Háztartási Méretű Napelemes Rendszer tervezése

A dolgozat címe angolul: Design of Household-sided Solar System

A feladat részletezése: 1.) Bevezetés (megújuló energiák ismertetése, napelem működési elve)

2.) Irodalomkutatás (napelemek típusai, napelemes rendszerek felépítése, szolgáltatói elvárások)

3.) Készülék kiválasztása, összehasonlítása (napelemek, inverterek, tartószerkezetek)

4.) Tervezés, összegzés (HMKE tervek elkészítése, méretezési számítások elvégzése)

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 09.

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 11.

.....*Ray M. Kall*.....

hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Hazai és nemzetközi trendek	7
3. Napelemrendszerek méret szerinti csoportosítása	8
3.1 Naperőművek.....	8
3.2 HMKE	9
4. Napelemrendszerek elvi felépítése	11
4.1 Napelem panelek bemutatása	11
4.2 Inverter bemutatása.....	13
4.3 Tartószerkezetek bemutatása	14
4.4 Mérőóra bemutatása	15
4.5 Kábelek és csatlakozók.....	16
5. HMKE Bemutatása	17
5.1 HMKE költségei	18
6. HMKE telepítésének folyamata	20
7. HMKE hálózatra csatlakoztatás	21
8. HMKE tervezési folyamatának ismertetése	22
8.1 HMKE teljesítményének, elhelyezésének meghatározása	22
8.2 HMKE részeinek kiválasztása, kiválasztási szempontok ismertetése	24
8.3 HMKE tartószerkezetének kiválasztása	33
8.4 HMKE rendszer védelemének kiválasztása	35
8.5 Költségek összegzése	37
9. Összegzés	39
10. Summary	41
11. Irodalomjegyzék.....	43

12.	Szabványjegyzék.....	44
13.	Mellékletek.....	46

1. Bevezetés

Kimondhatjuk, hogy napjainkban nélkülözhetetlenné vált az villamos energia, hiszen elektromos berendezések tömkelege, gépek, ipari robotok, különböző elektromos, biztonsági rendszerek, használnak villamos energiát. Sajnos napjainkban az energia előállítására túlnyomó többségben fosszilis energiahordozókat alkalmazunk. Mivel a fosszilis tüzelőanyagok csak limitált mennyiségben állnak rendelkezésünkre, hiszen évmilliók alatt jöttek létre így nem megújuló energiaforrásnak tekinthetők ezért fontos, hogy találjunk olyan energiaforrásokat melyek helyettesíthetik azokat. A fosszilis energiahordozók (földgáz, kőolaj, szén, urán) másik hátránya, hogy rendkívül környezetszennyezőek, valamint az áruk is egyre magasabbra emelkedik. Gondoljunk csak a napi szinten használt gépjárművekre melyek 90%-a a mai napig kőolajszármazékokkal üzemel. A megújuló energiaforrások megoldást jelenthetnek ezen problémákra. Több megújuló energiaforrást is alkalmaznak napjainkban például (szélenergia, vízenergia, napenergia) Ezek közül az egyik leggyakrabban használt és leghatékonyabb megújuló energiaforrás világszerte a napenergia, így az érdeklődésemet is felkeltette, hogyan lehetséges villamos energiát előállítani a napsugárzásból. A napsugárzást úgynevezett napelemek segítségével hasznosítják, melyek napsugárzás hatására villamos energiát termelnek.

Valójában mi is az a napelem, hogyan állít elő villamos energiát?

A napelem nem más, mint olyan szilárdtest eszköz mely az elektromágneses sugárzást felhasználva villamos energiát állít elő. A napelemek működése a fotovoltaiikus hatás elvén alapszik, mely értelmében két különböző anyag például fém és félvezető vagy egy p és egy n típusú félvezető határán fény hatására feszültség keletkezik. A fotovoltaiikus hatás felfedezése Alexandre Edmond Becquerel francia fizikus nevéhez fűződik. Az első napelemet Charles Fritts amerikai feltaláló építette meg 1883-ban melynek hatékonysága 1% körül volt. Az első hatékonynak mondható, szilícium félvezetőn alapuló napelemet 1954 április 25-én mutatták be melynek fejlesztői Daryl Chapin, Calvin Souther Fuller és Gerald Pearson amerikai tudósok voltak. Magyarországon nagyjából az 1980-as évek végén 1990-es évek elején jelent meg az ipari célú napelemhasználat viszont az első napelemgyárat csak 1997-ben nyitották meg. Az évek múlásával, valamint a technika fejlődésével egyre népszerűbbé vált ezen rendszerek alkalmazása.

2. Hazai és nemzetközi trendek

A napelemes rendszerek használata egyre nagyobb jelentőséggel bír világszerte, hiszen a fosszilis tüzelőanyagok lassan kifogynak, valamint környezetvédelmi és klíma célok tartása végett is a megújuló energiaforrásé lesz a jövő. Mivel jelen esetben a napenergia a leghatékonyabb megújuló energia így mind világszerte mind hazánkban egyre népszerűbb. Mivel a cél az, hogy a napfényt a lehető leghatékonyabb módon hasznosítsuk, ezért többféle napelem típusok állnak rendelkezésre különböző éghajlatú területekre. A két legelterjedtebb napelemtípus a monokristályos és polikristályos napelem, ezen felül léteznek még amorf valamint vékonyfilm-rétegű napelemek is. Az északi országokban főként polikristályos napelemeket használnak, hiszen ezen típus a szórt fényt hasznosítja jobban, még délen, ahol direkt napsugárzás a gyakoribb a monokristályos a jobb választás. Hazánkban egyaránt előfordul direkt napsugárzás és szórt fény is így a 2 technológia hatásfoka közel azonos. Mivel a polikristályos napelemek gyártási költségei alacsonyabbak, így az áruk is kedvezőbb, ennek eredményeként hazánkban főként ezen napelemtípusokat használják. A napelemtípusok mellett egyaránt fontos a tájolás, valamint a dőlésszög is, hiszen a maximális termelés eléréséhez a lehető legtöbb napfényre van szükség a lehető legtöbb ideig ezért legtöbbször déli tájolást alkalmaznak. Fontos, hogy a fény merőlegesen érje a paneleket, tehát a beesési szög 90° legyen. Ezt $30-40^\circ$ -os dőlésszöggel érhetjük el. Hazánkban és nemzetközileg is egyaránt létesítenek ipari és lakossági (HMKE) napelemparkokat. A háztartási méretű kiserőműveknél (HMKE) 2 féle felhasználási mód áll rendelkezésre. Az esetek jelentős részében ezen rendszerek csatlakoztatva vannak a villamosenergia hálózatra egy oda-vissza mérőórán keresztül. Ebben az esetben a fel nem használt energiát visszatápláljuk a hálózatba, és nem vész kárba. Léteznek úgynevezett szigetüzemű rendszerek is, melyek nem csatlakoznak rá a villamosenergia hálózatra, ezen esetben, a megtermelt energia azonnal elfogyasztásra kerül, vagy ha van fentmaradó többletenergia, tárolásuk lítium-ion akkumulátorokban történik. Az eltárolt energia mennyisége az akkumulátorok kapacitásától, darabszámától függ. Ezen rendszerek elterjedése nem túl gyakori, általában olyan helyeken használják, ahol nem áll rendelkezésre villamosenergia hálózat, és/vagy a napos évszakok száma meglehetősen magas, hiszen téli időszakban, szinte alig van termelés, viszont több hónapra elegendő energia eltárolása meglehetősen nehézkes és költséges.

3. Napelemrendszerek méret szerinti csoportosítása

3.1 Naperőművek

Ezen létesítmények célja, hogy nagymennyiségű villamos energiát állítsanak elő lakossági, valamint ipari felhasználásra. Ezen erőművek teljesítménye 1-2 MW-tól több tíz MW-ig terjed. Magyarországon a legnagyobb naperőmű Kabán található mely 43 MW-os teljesítményével, 52 gigawattóra éves hozamával, nagyjából 23000 háztartásnak elegendő áramot termel éves szinten.



3.1.1. kép: kabai napelempark

Látható, hogy nem kis helyigénye van egy ilyen létesítménynek, jelen napelempark 227000b5 m²-en terül el, és 97 578 modult tartalmaz. Természetesen ezen rendszerek üzemeltetése, kivitelezése, valamint létesítése valamivel bonyolultabb a lakossági (HMKE) rendszerekénél. A napelemparkok zöménél a helyigény miatt a paneleket nem háztetőre vagy épületre, hanem szabad földterületre helyezik el. Itt különösen nagy figyelmet kell fordítani a tartószerkezet kiválasztásánál, tervezésénél, rögzítésénél, hiszen teljes mértékben ki van téve az időjárás viszontagságainak. Mivel a napelemek egyenáramot termelnek, és a fogyasztói oldal váltakozó áramot használ, az inverterek beépítése is elkerülhetetlen, melyek jelen esetben a napelemek alatt helyezkednek el, ahol részben védve vannak az esőtől, hótól és más

csapadéktól. Az inverterek által előállított feszültség, 0,4 kV-os fogadókba érkezik.



3.1.2. kép: AC oldali 0,4 kV-os fogadó

A fogadókba a kábelek egy 0,4/20 kV-os transzformátorokhoz csatlakoznak. Transzformátorokból érkezik a feszültség egy adott alállomásra, ahol 20 kV-ról 120 kV-ra transzformálják. Erre azért van szükség mivel a megtermelt energia nem a helyszínen kerül elfogyasztásra, mint a HMKE-k esetében, így tovább szállítása szükséges, amit a lehető legkisebb veszteséggel kell megvalósítani. A veszteség képlete az alábbi módon írható le: $P_v = I^2 \cdot R$ ahol a P_v a teljesítményveszteség R a vezeték ellenállása I a vezetéken átfolyó áram. Ohm törvény értelmében $R = \frac{U}{I}$ ebből következik, hogy a feszültség növelése kisebb áramot eredményez ezáltal a veszteség is kisebb lesz.

3.2 HMKE

A HMKE nem más, mint a házi méretű kiserőmű rövidítése. Ezen rendszerek lényege, hogy egy adott háztartás éves villamosenergia szükségletét termeljék meg. Ebben az esetben nem az a cél, hogy többlet energiát termeljünk, mint az előző pontban említett naperőművek esetén, hanem a saját energiaszükségleteinket fedezésére létesítjük. Ezen rendszerek mérete, a

háztartás energiafelhasználásától függ, jellemzően néhány kW-os rendszer elegendő egy normál háztartáshoz.



3.2.1. kép: kiépített HMKE rendszer

Mint látható a képen is, a panelek az esetek nagytöbbségében a háztetőn helyezkednek el, hiszen a rendszer méretéből fakadóan elegendő felületet biztosít a tető is, így értékes helyet takaríthatunk meg. A rendszer működését tekintve egyszerűbb, mint a naperőművek estében, hiszen nincs szükség transzformátorra, alállomásra, valamint nem a tovább szállítás, hanem az azonnali elfogyasztás a cél. Mivel a háztartás fogyasztása és a napelemek termelése sem egyenletes, előfordul, hogy olykor túltermelés olykor energiahány lép fel, ezért szinte minden HMKE csatlakoztatva van a villamosenergia hálózatra egy oda-vissza mérőórán keresztül. A mérőóra segítségével pontosan meghatározható, hogy mennyi energiát vételeztünk, valamint tápláltunk vissza a hálózatba. A rendszer méretezésének a lényege, hogy e két érték minél közelebb álljon egymáshoz.

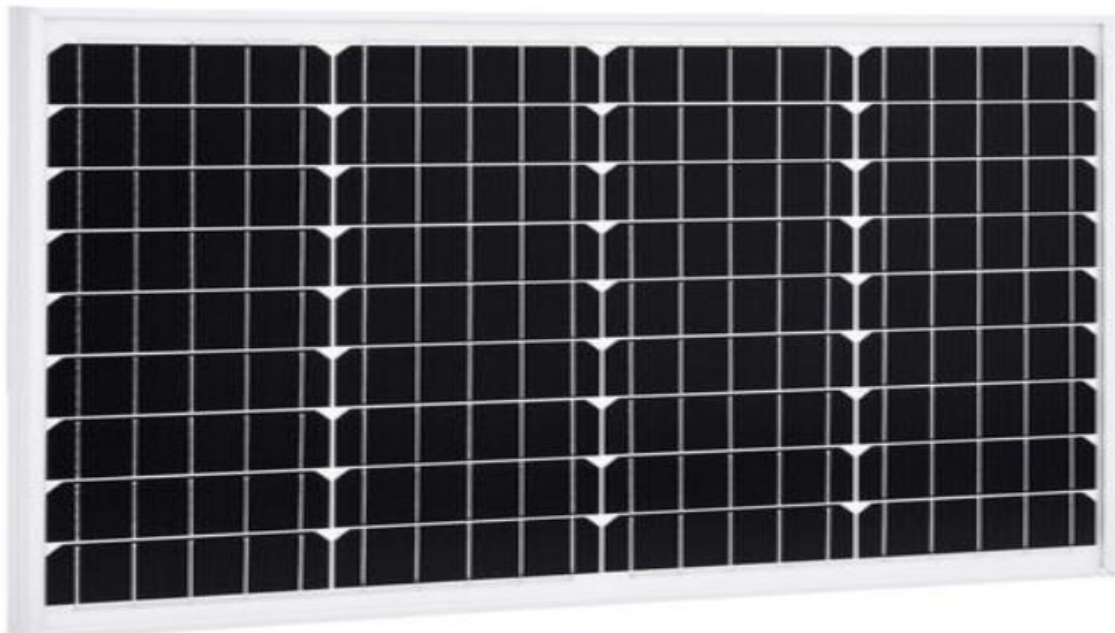
4. Napelemrendszerek elvi felépítése

Egy napelemrendszer több részből tevődik össze, felhasználástól és mérettől függően, eltérések lehetnek. Minden esetben szükség van napelem panelekre, inverterre, tartószerkezetre, védelmi berendezésekre, valamint kábelekre és csatlakozókra. HMKE esetében smart (okos) fogyasztásmérő is szükséges, mely egyaránt méri a vételezett és visszatáplált energiát. Amennyiben szigetüzemben működtetjük a rendszerünket, akkumulátorokra is szükség van, melyek képesek eltárolni a fel nem használt energiát. Naperóművek esetében elengedhetetlen a transzformátor, 0,4 kV oldali fogadó, valamint a közelben egy alállomásra is szükség van.

4.1 Napelem panelek bemutatása

Napelemes rendszerek egyik legfontosabb alkotóelemei, hiszen ők felelnek az elektromos energia előállításáért. Számos napelemtípus közül lehet választani, éghajlattól függően eltérő típusokat használnak a hatásfok maximalizálása érdekében. A két legelterjedtebb típus a mono és polikristályos napelem, de léteznek amorf, valamint hibrid napelemek is.

a Monokristályos napelemek

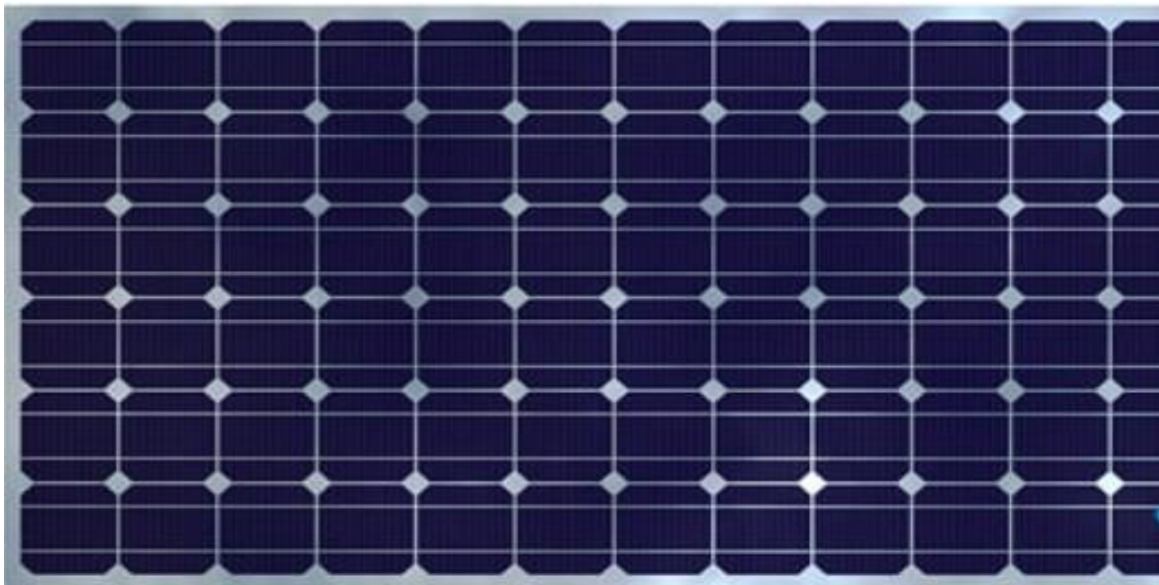


4.1.1 kép: monokristályos napelemek

A monokristályos napelemek szilíciumtömbökből készülnek, melyeket egyenlő részekre osztanak fel, jellemzően nyolcszögletű darabokra. Mivel a direkt napsugárzást hasznosítják

jobban, hatásfokuk 16-19% közé tehető, ezáltal a legjobb hatásfokkal rendelkeznek. Sajnos a tájolásra és a dőlésszögre nagyon érzékenyek, nem megfelelő beállítással teljesítményük lecsökken. Előállításuk meglehetősen költséges, ezért főként a déli országokban használják, ahol több a napos órák száma, így kiaknázzható a maximális teljesítmény.

b Polikristályos napelemek



4.1.2 kép: polikristályos napelemek

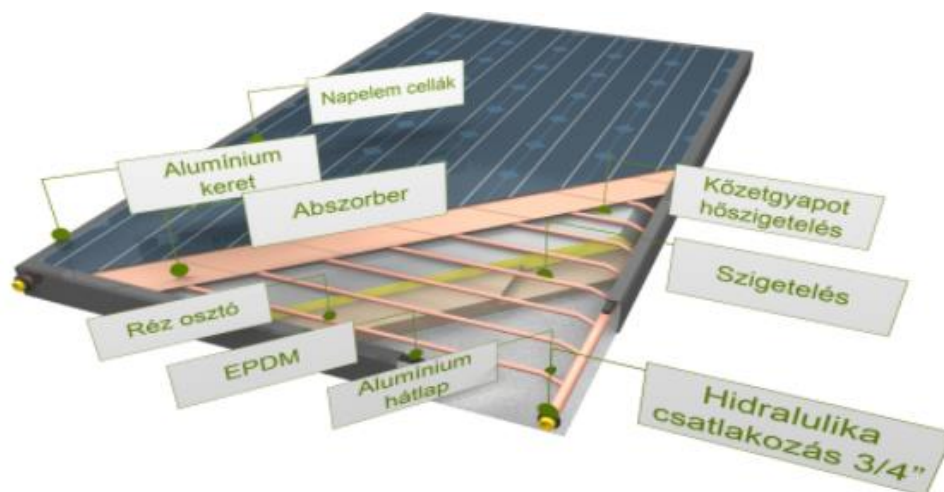
A polikristályos napelemeket, több négyzet alakú szilíciumtömbből hozzák létre, melyeket ónszalaggal forrasztanak össze. Jól felismerhetők a lilás-kékes színükről és a négyzet alakú panelokról. Mivel a szórt fényt hasznosítják jobban, főként az északi országokban használják őket, hatásfokuk 13-17% között mozog. Tény, hogy a polikristályos napelemek gyártása olcsóbb így az árak is kedvezőbbek. Magyarországon ez a legnépszerűbb, legtöbbet használt típus, hiszen hazánkban a szórt fény és a direkt napsugárzás mennyisége kiegyenlíti egymást így a kedvezőbb ára miatt elterjedtebb a többinél.

c Amorf napelemek

Az amorf napelemek, másnéven vékonyrétegű napelemek teljesen más technológiával készülnek, mint kristályos társaik. Az alapanyag itt is szilícium, melyt felületre gőzölnek, így rendkívül vékony réteg jön létre. Ebből adódóan felhasználásban, teljesítményben, hatásfokban egyaránt nagy különbségeket fedezhetünk fel. Ezen napelemek hatásfoka és

élettartama kisebb, mint a kristályosaké, viszont a tájolásra, dőlésszögre és a forró éghajlatra is kevésbé érzékenyek.

d Hibrid napelemek



4.1.3 kép: hibrid napelemek

A hibrid napelemek lényeg, hogy egyszerre termelnek elektromos áramot és melegvizet. Képen jól látható, hogy a panel mögött egy vizet keringető rendszer található. A rendszerben hasznos melegvíz keletkezik mely felhasználható, valamint a beáramló hidegvíz hűti is a panelt ezáltal megakadályozva a túlmelegedést, javítva a hatásfokot. A rendszer hátránya a bonyolultsága miatt nagyobb a meghibásodás lehetősége, valamint az előállítása is költséges.

4.2 Inverter bemutatása



4.2.1 kép: inverter

Az inverter egy olyan eszköz, mely a napelemek által megtermelt egyenáramot váltakozó árammá alakítja, amiről minden háztartás üzemel. Az átalakítás során, valamennyi villamos energia elvész, ennek mennyisége az inverter hatásokától függ, ami általában 95-98% közé tehető. Minél nagyobb a hatásfok, annál kisebb a veszteség. Az inverter paramétereit között megtalálható a maximális bemeneti feszültség, ez határozza meg hány napelemet lehet a dc oldalra csatlakoztatni. Napelem paneleket többségében sorba kapcsolják egymással, így az áram állandó lesz, a feszültségük viszont összeadódik. Az inverter maximális bemeneti feszültségéből tehát meghatározható, hány napelemet csatlakoztathatunk rá. Ezen napelemek összességét stringeknek nevezzük.

4.3 Tartószerkezetek bemutatása

A tartószerkezet általában rozsdamentes, saválló anyagból készül, hiszen jelentős környezeti igénybevételnek vannak kitéve (hó, eső, jég). A panelek elhelyezésétől függően, méret és kialakítás szempontjából több típusról beszélhetünk. Léteznek ferde tetőre, lapos tetőre és földre szerelt tartószerkezetek. HMKE esetében leggyakrabban ferde tetőre helyezik el a paneleket, naperőművek esetén főként mezőre kerülnek a panelek. Lapostetővel általában társasházaknál, nagy bevásárlóközpontoknál, ipari csarnokoknál találkozhatunk. Az alábbi képeken a lapostetőre, valamint a földre szerelhető napelemek tartószerkezetét láthatjuk.



4.3.1 kép: lapostetőre illetve talajra szerelhető napelempanelek tartószerkezetei

Mindkét esetben kiválasztható a tájolás és a dőlésszög. Lapostető esetében a szerkezetet vagy lesúlyozzák vagy lehorganyozzák a tetőhöz. A lesúlyozás beton elemek segítségével történik, ahol kiemelt figyelmet kell fektetni a tető teherbíróképességére. Lehorganyozás esetén magához a tetőhöz kerül rögzítésre a tartószerkezet. Földre szerelés esetében a

tartószerkezeteket általában lebetonozzák, vagy talajcsavarokkal rögzítik. Ezen megoldások költségesebbek a ferde tetőre szerelt megoldási módoknál, hiszen nagyságrenddel nagyobb igénybevételnek kell megfelelniük. Ferdetetőre szerelés esetén fontos tényező a tető állapota, hiszen a tetőnek mindenképpen ki kell bírnia a telepíteni kívánt szerkezet, valamint a napelemek súlyát is. A telepítés jóval egyszerűbb, mint az előző két esetben, hiszen nincs szükség betonozásra stb. A szarufa kampók a cserép alatt helyezkednek el, melyeken alumínium sínek helyezkednek el, ezek szolgálnak a napelem tartójaként. Az alábbi kép szemlélteti ezeket.



4.3.2 kép: tetőre szerelhető napelempanel tartószerkezete

4.4 Mérőóra bemutatása



4.4.1 kép: smart mérőóra

Napelemes rendszer esetén úgynevezett smart (okos) mérőórát kell alkalmazni, ezáltal pontosan meghatározható az elfogyasztott illetve visszatáplált villamos energia egy adott időszakra. A mérőóra bekötése megegyezik a hagyományos fogyasztásmérőjével, tehát nem feltétlenül van szükség új mérőhely kialakítására. A különbség a mérőóra tudásában rejlik. Ezen mérőórák több információt képesek szolgáltatni, többek között mérni a visszafolyó áramot is, ezáltal meghatározható a visszatáplált energia. A smart otthonok részét képezik, lehetővé téve az elektronikai eszközökkel való intelligens összekapcsolást. Nincs szükség éves leolvasásra, automatikusan nyomon követhető a fogyasztás a szolgáltatói központból is, valamint a fogyasztók is nyomon követhetik fogyasztásukat, ezáltal változtathatnak fogyasztási szokásaikon, csökkenthetik az energiaszámlájukat. Ezen mérőórákat nem csak HMKE-k esetében telepítik, hanem a 273/2007. (X. 19) Kormányrendelet 14/B. §-nak értelmében az évi 5000 kWh meghaladó fogyasztásnál is.

4.5 Kábelek és csatlakozók

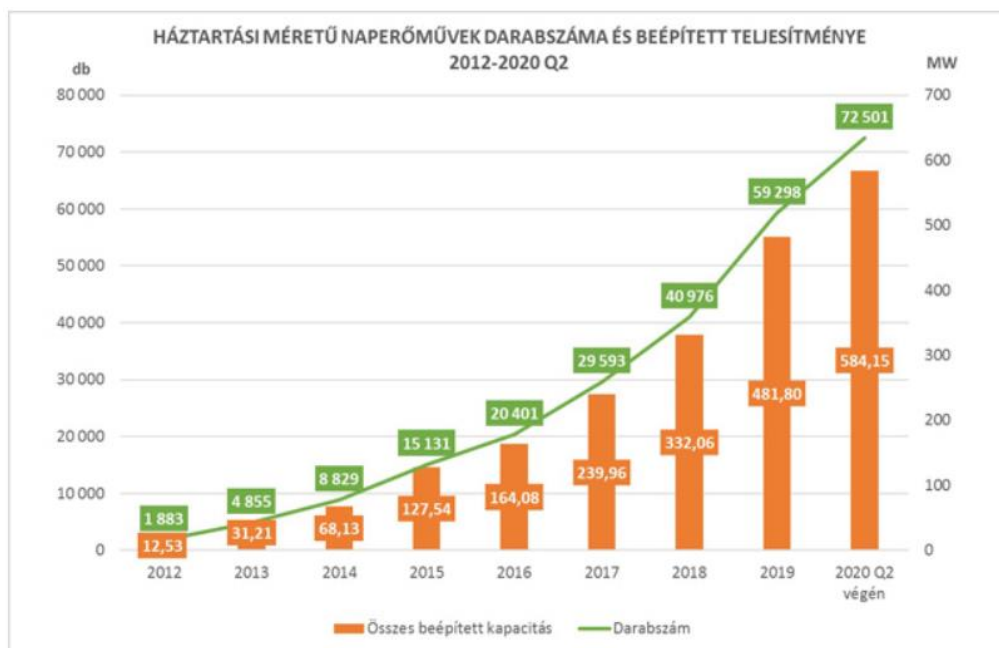
Kábeleket és csatlakozókat a rendszer teljesítménye alapján kell megválasztani, majd feszültségesésre ellenőrizni. A kábeleknek PV1-F tanúsítvánnyal kell rendelkeznie a csatlakozóknak meg kell felelni az EN 50521 es szabványnak. A megfelelő kábel kiválasztása elengedhetetlen a hatékony és biztonságos működés érdekében. Az alábbi képeken látható egy 4mm² solar kábel, valamint egy MC4 típusú csatlakozó.



4.5.1 kép: 4mm² solar kábel és MC4-es csatlakozó

5. HMKE Bemutatása

Az évek múlásával hazánkban is egyre népszerűbbé vált ezen rendszerek használata, a következő diagramm HMKE darabszámait és teljesítményeit mutatja be 2012-2020-ig.



5.1.1 kép: statisztikai adatok

Jelen diagrammról jól leolvasható, hogyan emelkedett a HMKE-k darabszáma hazánkban az évek múlásával. Még 2012-ben csak 1883 HMKE volt telepítve, 2020 végére ez az érték elérte a 72501 db-ot. Egyértelműen megállapítható, hogy egyre több lakossági fogyasztó határozza el magát az energiatermelés mellett. Felmerül a kérdés, hogy milyen hatással van ez a villamosenergia, valamint az építőipari piacra? Mit tudjuk, a HMKE lényege, hogy segítségével elő tudjuk állítani a háztartásunk által elfogyasztott energiát. Mivel egyre nő ezen rendszerek iránti kereslet, így a vállalkozók száma is egyenes arányban nő az igényekkel, ebből kifolyólag könnyedén lehet kivitelezőt találni, aki rövid határidőn belül vállalja a kivitelezést. A HMKE nagy előnye, hogy lenullázható vele az áramszámla, valamint egyre több állami támogatási csomagok érhetőek el a rendszer létesítéséhez. Lakossági oldalról mindenképpen pozitívnak hangzik, az áramszámla lenullázása, de vajon van e valamilyen hátulütője az egyre népszerűbbé váló HKME-knek? Az első és legfontosabb információ lakossági oldalról, hogy a napelemes rendszereket hosszútávra tervezték, így sajnos a befektetett pénz megtérülési ideje sem 1-2 év. Pozitívum, hogy a rendszer fő alkotóelemeire

például inverter, napelem panel, sem 1-2 év a gyártói garancia. A napelem panelekre 15-20 év míg az inverterre 4-5 év garanciát szokás vállalni. Köztudott, hogy a napos órák száma évszaktól függően erőteljesen változik, ezáltal a napelemek hatásfoka, termelőképessége sem lesz egyenletes. Lakossági oldalról amennyiben az éves elfogyasztott energia megegyezik a termelt energia mennyiségével, kielégítő végeredményt kapunk. Sajnos mindennek ára van, ami lakossági oldalt nem okoz gondot az szolgáltatói oldalt bizony okozhat. A napelemek egyenletlen termelése, komoly költségeket okoz/okozhat a szolgáltatóknak, hiszen megbomolhat a villamos energiaszint. Napsütéses időszakban, mikor csúcstermelés mérhető, egyetlen háztartás sem fogyasztja el az általa megtermelt energiát, így visszatáplálásra kerül a hálózatba. Ez pár tucat háztartás esetén nem jelentene akkora gondot, de mint említettem, egyre több háztartás telepít ilyen rendszereket. A visszatáplálás eredményeként energiatöbblet keletkezik a hálózaton, melyet a hálózatrányítónak kell megoldania. A megoldás általában egyes erőművek leszállításával történik, mely komoly költségbe kerül a szolgáltatói oldalt. Téli időszakban, mikor a megújuló energiaforrások termelése csekély, energiahány lép fel, aminek megoldása szintén a szolgáltatót terheli. Ilyen esetekben növelni kell bizonyos erőművek teljesítményét, ami szintén költséget jelent. A problémát az is súlyosbítja, hogy nem minden erőmű teljesítményét lehet rövid időn belül növelni/csökkenteni, egyedül a gázturbinás erőműveket lehet le/fel szabályozni könnyedén, viszont ezen erőművek től-ig skálája is véges. Ipari fogyasztók esetében, éppen ezért kötelező menetrendet leadni, melyben előre meghatározzák a napi fogyasztásukat, 15 perces időperiódusokra lebontva, hogy könnyebben fenttartható legyen az energiaegyensúly. A túlzott mértékű naperőművek viszont könnyedén felboríthatják ezt.

5.1 HMKE költségei

A költségeket tekintve több szempontot érdemes figyelembe venni. Sajnálatos módon, mint említettem, ezen rendszerek megtérülési ideje nem 1-2 év, sokkal inkább 8-10 év környékén mozog. A beruházás költsége függ a rendszer méreteitől, amit a házunk energiafelhasználása fog meghatározni. Mivel a cél nem a többlettermelés, hanem a saját fogyasztási igényeink kielégítése, így fontos a megfelelő méretezés. Egy átlag családi ház energiafelhasználása éves szinten 5600 kWh, ami kb. 230 ezer forintnak felel meg. Ezen energiamennyiség előállításához 5000 W összteljesítményű rendszerre van szükség. Vállalkozói árajánlat alapján, egy ekkora rendszer kiépítése nagyjából 2.650.000 ft-ba kerül. Mint láthatjuk a

megtérülése valóban 10 év körül van, éppen ezért hosszútávú befektetésként kell tekinteni ezen rendszerekre. Az alábbi árajánlaton részletesen láthatóak a költségek.

Árajánlat kelte		Árajánlat érvényessége					
2020.01.21.		2020.01.21.					
Megnevezés	Mennyiség	M.e.	Egységár	Nettó érték	ÁFA	ÁFA érték	Bruttó érték
Canadian Solar 300 P napelem 85414090	16	db	47 000,00	752 000	27 %	203 040	955 040
Optimalizáló P370 85044084	16	db	16 000,00	256 000	27 %	69 120	325 120
Würth napelem tartókonzol ferdetetőre 76042990	16	db	12 000,00	192 000	27 %	51 840	243 840
Lapp 4 mm2 szolár kábel (TÜV) 85444991	40	m	521,00	20 840	27 %	5 627	26 467
Dc oldali csatlakozó doboz 85361010	1	db	36 000,00	36 000	27 %	9 720	45 720
SolarEdge SE 4K inverter 85044084	1	db	425 000,00	425 000	27 %	114 750	539 750
SolarEdge wifi modul 85044084	1	db	28 000,00	28 000	27 %	7 560	35 560
AC oldali csatlakozó doboz 3 fázis 85372091	1	db	138 000,00	138 000	27 %	37 260	175 260
5 kW napelemes rendszer kivitelezése 45.31.42.0	1	alk.	242 000,00	242 000	27 %	65 340	307 340
			ÁFA	Nettó érték	ÁFA érték	Bruttó érték	
			27 %	2 089 840 Ft	564 257 Ft	2 654 097 Ft	
Összesen				2 089 840 Ft	564 257 Ft	2 654 097 Ft	
Fizetendő							
2 654 097 Ft							
kettőmillió- hatszázötvennégyezer- kilencvenhét							

5.1.1 táblázat: árajánlat 5000 W összteljesítményű rendszerre

Az árajánlatból jól látszik, hogy a rendszer legköltségesebb elemei az inverter és a napelem. Mivel a napelemre 15-20 év garancia a jellemző vélhetően többletköltséget nem fognak okozni az évek múlásával. Az inverter esetében nagyjából 5 év gyártói garancia a jellemző, viszont a panelek 20 éves élettartama mellett ez meglehetősen kevésnek mondható. Sajnos egyetlen inverter sem bír ki 20 évet, így inverter cserére mindenképpen számíthatunk az 5. év elteltével, melynek költsége mérettől függően 600-950 ezer forintig terjedhet.

6. HMKE telepítésének folyamata

A folyamat legelső lépése, az energiafogyasztás felmérése. Ahhoz, hogy megtudjuk határozni a napelemrendszer méretét, ismernünk kell az adott ház, épület energiafogyasztását. Abban az esetben, ha nem frissen épült lakásról, házról beszélünk a havi villanyszámlából könnyen kiszámolható az éves energiaszükséglet. Az új építésű ingatlanoknál ez becsléssel történik. Felmérjük az adott háztartási berendezések fogyasztását, meghatározzuk a havi üzemeltetési idejüket, így kiszámolható a havi fogyasztás. Amint ezen adatok rendelkezésre állnak megkezdődhet a napelem típus kiválasztása. Itt számos típus áll rendelkezésre melyek közül az éghajlattól, ártól függően választunk. A legmagasabb hatásfok elérése érdekében fontos, hogy a megfelelő típusú napelem kerüljön kiválasztásra. Mivel a napelemek nem egyenletesen termelik az energiát, hiszen teljesítményük évszaktól napsugárzástól, hőmérséklettől erősen függ így az általuk megtermelt energiát 1 évre levetítve számítjuk. Mivel a cél az, hogy a napelem által megtermelt energia fedezze az éves energiaszükségletet, ez alapján építjük ki a rendszert. Ideális körülmények között 1kWp teljesítményű rendszer nagyjából 1100-1250kWh termel, és 6-8m² tetőfelületet igényel. Amennyiben a tető felülete nem lenne elegendő a napelemeknek, lehetőség van földi elhelyezésre is, ám ez bonyolultabb és költségesebb megoldás. Ebből következik, hogy nem csak a megfelelő napelemet kell kiválasztani, hanem a megfelelő felületet a rendszer számára. A megfelelő tájolás elengedhetetlen a hatékony működés szempontjából. Ferde tetőre szerelés esetén a dőlésszöget a tető dőlésszöge adja, földre szerelésnél, magunk választhatjuk meg. Miután rendelkezésre áll a rendszer mérete, valamint elhelyezése, következhet a tervezés. Itt fontos szempontokat veszünk figyelembe, például a rendszer mérete, teljesítménye, a tartószerkezet teherbíróképessége stb. Lényeges, hogy a ház elektromos hálózata elbírja a napelemek által termelt energiát, valamint a ház energiaszükségletét. Előfordulhat, hogy egy felújítás után jelentősen megnő a ház energiafogyasztása (elektromos konyha, jakuzzi, medence kerül beépítésre) és ezért döntünk a napelem mellett. Ilyen esetben újra át kell nézni a ház elektromos rendszerét is. Ezen lépések után megfelelő szakember elkészíti a szerelési, valamint csatlakozási terveket, majd kezdődhet a telepítés. A szakszerű telepítés után a hálózatra csatlakozás a következő lépés, azonban ehhez a lokációhoz tartozó áramszolgáltató engedélye szükséges.

7. HMKE hálózatra csatlakoztatás

Az első lépés a rendszer engedélyeztetése az illetékes áramszolgáltatónál. A hálózatra csatlakozás előtt mindenképpen engedélyeztetni kell a rendszert, hiszen nem biztos, hogy az általunk kívánt rendszer csatlakoztatható a hálózathoz. Ezen információt az illetékes áramszolgáltató fogja megmondani. Első lépésként ki kell tölteni egy igénybejelentő lapot, melyen minden információt fel kell tüntetni a rendszerrel kapcsolatban (teljesítmény, méret, 1-3 fázis, stb.). Az igénybejelentő kitöltésekor lehetőség van egyből beküldeni a csatlakoztatási dokumentációt is. Az igénybejelentő beküldésétől számított 30 napon belül megkapjuk a választ, hogy a tervezett hálózatunk milyen feltételekkel tud csatlakozni a hálózathoz, Itt pontos választ kapunk, hogy az általunk kívánt rendszer teljesítményét tudja-e fogadni a hálózat, vagy csak kisebb rendszer telepítésére van lehetőség. Ezek tisztázása után szakember által készített csatlakozási dokumentáció beküldése szükséges, melyet az igénybejelentésünkre érkezett választól 90 napos határidőn belül szükséges beküldeni. A beérkezett dokumentációt az adott áramszolgáltató 15 napon belül elbírálja és értesít, hogy a rendszer csatlakoztatható-e a hálózatra. Amennyiben megkapjuk az engedélyt 365 napunk van a rendszer készre jelentésére. A készre jelentés után az áramszolgáltató 15 napon belül felveszi velünk a kapcsolatot és időpontot egyeztet a rendszer ellenőrzésére, valamint a fogyasztásmérőm cseréjére.

8. HMKE tervezési folyamatának ismertetése

Mint korábban említettem, ezen rendszerek tervezése, számos lépésből tevődik össze. Rendszer teljesítményének meghatározása, megfelelő hely kiválasztása, megfelelő napelemek és tartozékok kiválasztása, védelmek kiválasztása, kábelek méretezése, tájolás, dőlésszög meghatározás stb. Az alábbi pontokban részletesen ismertetem egy komplett rendszer megvalósításának lépéseit. Irányadóként a saját lakóházamat veszem példának.

8.1 HMKE teljesítményének, elhelyezésének meghatározása

HMKE méretezés esetén mindig 1 éves időtartamot veszünk figyelembe, hiszen az éves energiaszükségletünket kívánjuk megtermelni. Két féle mód áll rendelkezésre a becslés, valamint a havi áramszámla alapján lévő számítás. Az első opció a legegyszerűbb, ebben az esetben számla alapján megnézzük a havi elfogyasztott energiát, ezt megszorozzuk 12-vel, hisz 12 hónap van egy évben, és a kapott érték az éves energiafogyasztásunkat nagyjából tükrözi. Mivel a házunk most esett át egy teljes felújításon, beépítésre kerültek nagyobb energiafogyasztók így a becslés az optimális számomra. Becslés estén, sorra veszem az elektromos fogyasztókat, megnézem a teljesítményüket, majd megadom, hogy nagyjából hány órát üzemeltetem őket egy hónapban. Fontos, hogy próbáljuk a lehető legpontosabban megadni az üzemeltetési időt, hisz így kapunk csak helyes értékeket. Az alábbi táblázat, tartalmazza a háztartásban lévő fogyasztókat, fogyasztásukat, üzemeltetési idejüket.

Darabszám	Megnevezés	Felvett teljesítmény [W]	Üzemeltetési idő [hónap]	Fogyasztás [kW/hónap]
1	villanytűzhely	3000	40	120
1	elektromos sütő	2000	40	80
1	szivattyú	900	90	81
1	televízió	130	100	13
2	számítógép	60	120	14
1	mosógép	200	60	12
1	mosogatógép	1000	30	30

1	mikró	600	5	3
1	hűtő	200	330	66
1	lámpa (konyha)	36	180	6,48
1	lámpa (fürdőszoba, wc)	36	100	3,6
1	lámpa (étkező)	40	80	3,2
2	lámpa (nappali)	25	80	4
1	lámpa (szoba 1)	30	40	1,2
1	lámpa (szoba 2)	30	40	1,2
10	kültéri világítás	12	300	36
1	páraelszívó	150	40	6
1	vízforraló	2000	3	6
1	egyéb fogyasztók	1000	4	4
Összes fogyasztás:				490

8.1.1 táblázat: a háztartásban lévő fogyasztók, fogyasztásuk, üzemeltetési idejük

A fent megadott adatok alapján, a háztartásom energiaszükséglete $P=490\text{kW/hónap}$. Éves energiaszükséglet: $490\text{ kW}\cdot 12$ $P_{\text{éves}} = 5880\text{ kW}$. Mivel a napelemek teljesítményét kWp (kilowatt peak)-ben adják meg, így nekünk is abban kell számolni. 1 kWp nagyjából 1100-1250 kW-nak felel meg, ez alapján 5 kWp teljesítményű rendszer szükséges a házhoz. Abban az esetben van esély ezen adatok eléréséhez, amennyiben megfelelő helyre kerülnek elhelyezésre a napelemek. Mivel a ház, amiben élek, déli tájolású, így a déli oldalra eső tetőfelület maximálisan alkalmas erre a célra. A déli oldalra eső tetőrész mérete $12\times 5\text{ m}$ így 60 m^2 felület áll a rendelkezésre. Mivel 1 kWp teljesítményű napelem rendszer napelemtípustól függően $6-8\text{ m}^2$ tetőfelületet igényel, így ebben az esetben megközelítőleg $30-40\text{ m}^2$ tetőfelületre lesz szükség. Mivel háztetőre kerül a napelem, így a dőlésszög már adott lesz, mely megegyezik a tető dőlésszögével mely 35° . A képen látható, hogy a tetőnknek az a része, ahová a napelem kerül, déli tájolású és 35° -os dőlésszöggel rendelkezik.

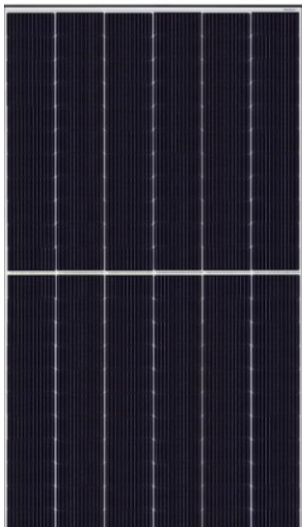
Nagysága 15x4 m, így 60 m² áll a rendelkezésemre. A napelemeket ezen méretek alapján kell kiválasztanom.



8.1.1 kép: rendszer kiépítésre alkalmas tető

8.2 HMKE részeinek kiválasztása, kiválasztási szempontok ismertetése

a, Napelempanelek kiválasztása



Q.CELLS QPEAK DUO ML-G9 390 Wp monokristályos napelem

69.215 Ft (54.500 Ft + ÁFA)

Menny.:
(db)

- 1 +



Cikkszám:

PV-Qpeak-Duo-G9 390

Gyártó:

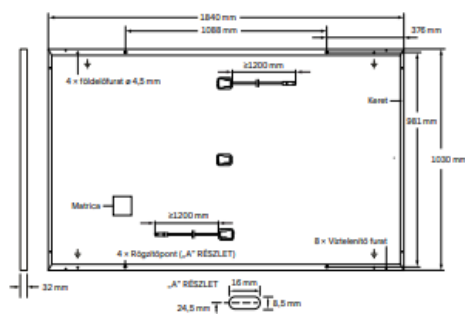
Q.CELLS

Q.CELLS QPEAK DUO ML-G9 390 Wp típusú monokristályos, felezett cellás 390 Wp csúcsteljesítményű napelem

8.2.1 kép: a kiválasztott monokristályos napelempanel

MECHANIKAI SPECIFIKÁCIÓK

Formátum	1840 mm × 1030 mm × 32 mm (kerettel együtt)
Súly	19,5 kg
Első borítás	2,8 mm termikusan előfeszített üveg antireflexiós technológiával
Hátsó borítás	Kompozitfólia
Keret	Feketére eloxált alumínium
Cella	6 × 22 monokristályos Q.ANTUM szolár félcellák
Csatlakozódoboz	53-101 mm × 32-60 mm × 15-18 mm Védelmi típus IP67, bypassdiódákkal
Kábel	4 mm ² szolárkábel; (+) ≥ 1200 mm, (-) ≥ 1200 mm
Dugaszolható csatlakozó	Stäubli MC4, Hanwha Q CELLS HQC4; IP68



ELEKTROMOS JELLEMZŐK

TELJESÍTMÉNYI OSZTÁLYOK			370	375	380	385	390
MINIMÁLIS TELJESÍTMÉNY SZOKVÁNYOS VIZSGÁLATI FELTÉTELEK MELLETT, STC ¹ (TELJESÍTMÉNYI TÜRÉS +5 W / -0 W)							
Minimum	Teljesítmény MPP ²	P _{MPP} [W]	370	375	380	385	390
	Rövidzárlati áram ³	I _{SC} [A]	10,58	10,62	10,65	10,68	10,71
	Üresjáratú feszültség ⁴	U _{OC} [V]	44,92	44,96	44,99	45,03	45,06
	Áram MPP-nél	I _{MPP} [A]	10,03	10,09	10,14	10,20	10,26
	Feszültség MPP-nél	U _{MPP} [V]	36,90	37,18	37,46	37,74	38,01
	Hatékonyág ⁵	η [%]	≥ 19,5	≥ 19,8	≥ 20,1	≥ 20,3	≥ 20,6
MINIMÁLIS TELJESÍTMÉNY NORMÁL ÜZEMI FELTÉTELEK MELLETT, NMOT ²							
Minimum	Teljesítmény MPP-nél	P _{MPP} [W]	277,1	280,8	284,6	288,3	292,0
	Rövidzárlati áram	I _{SC} [A]	8,53	8,55	8,58	8,60	8,63
	Üresjáratú feszültség	U _{OC} [V]	42,36	42,39	42,43	42,46	42,50
	Áram MPP-nél	I _{MPP} [A]	7,88	7,93	7,99	8,04	8,09
	Feszültség MPP-nél	U _{MPP} [V]	35,15	35,39	35,64	35,87	36,11

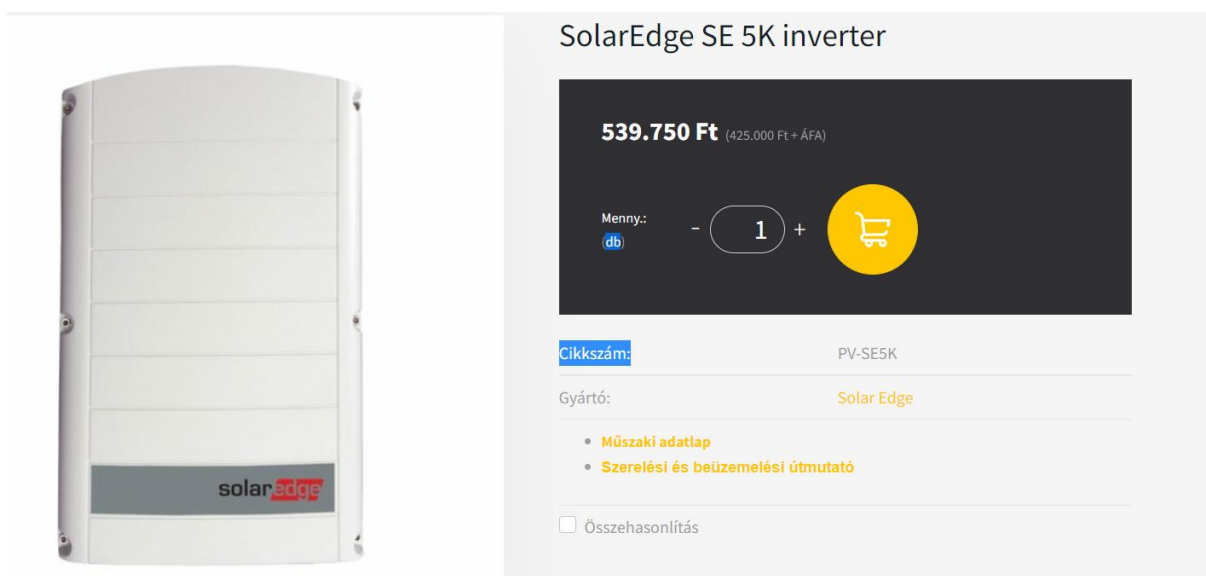
8.2.1 táblázat: a napelempanel elektromos és mechanikai specifikációi

A fenti képen látható napelem típusra esett a választásom, hiszen mind árban, mind specifikációban kedvezőnek mondható. Teljesítménye 390 Wp tehát az 5 kWp teljesítményű rendszerhez, összesen, 13 db-ra lesz belőle szükség, így a rendszer összteljesítménye 5070 Wp lesz. A gyártó 25 év teljesítménygaranciát vállal 85%-os hatásfokig, azaz garantálja, hogy 25 év alatt nem csökken a napelemek teljesítménye 85% alá. Méreteit tekintve is pont megfelelő, hiszen 1840x1030x32 mm egy panel nagysága. Nekem 15m széles és 4m hosszú a tetőfelület, ahová elhelyezni kívánom a paneleket, így a 13 db panelnek, pontosan 13,39 m széles és 1,84 m hosszú tetőfelületre van szüksége. Monokristályos panel mellett döntöttem, hiszen a hatásfokuk, magasabb polikristályos társaikénál, igaz, hogy direkt napsugárzás mellett, de a klímaváltozás miatt, hazánkban is egyre több a napos órák száma.

Gyártó	Hanwha Q CELLS
Névleges teljesítmény (STC)	390 Wp
Névleges teljesítmény (NOCT)	292 Wp
Üresjáratú feszültség (Voc)	45.06 V
Zárlati áram (Isc)	10.71 A
Névleges feszültség (Vmp)	38.01 V
Névleges áram (Imp)	10.26 A
Hatásfok	20.6 %
Isc hőmérsékleti együttható	0.04 %/°C
Voc hőmérsékleti együttható	-0.27 %/°C
Pmp hőmérsékleti együttható	-0.35 %/°C
Méret	1840 x 1030 x 32 mm
Tömeg	19.5 kg
Áltanános termékgarancia	12 év
Teljesítménygarancia 25 évre	85 %

8.2.2 táblázat: Hanwha Q CELLS monokristályos panel specifikációja

b, inverter kiválasztása



8.2.3 kép: a kiválasztott interteregység

Inverterek tekintetében, a fent látható Solar Edge SE 5K típusú invertert választottam, mely pont megfelelő minden szempontból a rendszeremhez. A kiválasztásnál figyelembe vettem az inverter árát, márkáját, paramétereit, valamint a gyártói garanciát. Mindenképpen 3 fázisú inverterre volt szükség, hiszen a ház elektromos hálózata is 3 fázisú rendszerről üzemel. A fent látható készülék DC bemeneti teljesítménye 6750 W 3 fázison. A maximális bemeneti feszültség DC oldalon, 900 V_{dc}, a névleges feszültség 750 V_{dc}. Mivel a napelemek sorba lesznek kötve egymással, a rendszer árama állandó érték lesz viszont a feszültség értékét a 13 panel együttes feszültsége adja. Mivel 1 panel névleges feszültsége 38 V_{dc} így a 13 panel névleges DC feszültsége 494 V_{dc}. Mivel teljesítményileg és feszültség szintben sem haladja meg a rendszer az inverter bemeneti paramétereit, így simán csatlakoztatható hozzá az 5070 Wp teljesítményű napelempark. Külön stringek létrehozása nem szükséges, hiszen az inverter DC bemenete 6750 W teljesítmény fogadására képes, viszont a rendszerem 5070 Wp értékével, maximum 6084 W teljesítményt képes leadni. Hatásfoka 97,3% átlagban, mely nem egy rossz érték. Az árát tekintve sem kiemelkedően drága, viszont a gyártó 12 év garanciát vállal, mely meghosszabbítható 20 vagy 25 évre, tetszés szerint. Természetesen a garancia meghosszabbítása többletköltséget jelent, de érdemes elgondolkodni rajta, hiszen 20-25 év alatt bizonyára cserélni kell, és a meghosszabbítás költsége töredéke az inverter árának.

/ Háromfázisú inverter

SE3K-SE10K⁽¹⁾

	SE3K ⁽²⁾	SE4K ⁽²⁾	SE5K	SE6K ⁽²⁾	SE7K	SE8K	SE9K	SE10K	
Cikkszámok mely inverterekhez alkalmazható	SEXXX-XXXTXBXX4								
KIMENET									
Névleges AC teljesítmény	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Maximális AC teljesítmény	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Névleges kimeneti AC feszültség - vonali, vagy fázisnulla	380 / 220 ; 400 / 230								Vac
Kimeneti AC feszültségtartomány (vonali, vagy fázisnulla)	184 - 264,5								Va
AC frekvencia	50/60 ± 5								Hz
Folyamatos max. kimeneti áramerősség	5	6,5	8	10	11,5	13	14,5	16	A
Támogatott hálózatok – háromfázisú	3 / N / PE (középponton földelt, csillag hálózat, nullvezetővel)								
Hálózat figyelése, szigetüzem elleni védelem, konfigurálható teljesítmény tényező, országonként beállítható tartományok	Igen								
BEMENET									
Maximális DC teljesítmény (STC körülmények)	4050	5400	6750	8100	9450	10800	12150	13500	W
Transzformátor nélkül, földetlten	Igen								
Maximális bemeneti feszültség	900								
Névleges DC bemeneti feszültség	750								
Maximális bemeneti áramerősség	5	7	8,5	10	12	13,5	15	16,5	Adc
Fordított polaritás elleni védelem	Igen								
Földelési hiba érzékelése	Érzékenység: 700kΩ								
Inverter maximális hatásfoka	98								
Európai (súlyozott) hatásfok	96,7	97,3	97,3	97,3	97,4	97,6	97,5	97,6	%
Éjszakai energiafelhasználás	< 2,5								
TOVÁBBI FUNKCIÓK									
Támogatott kommunikációs felületek ⁽³⁾	RS485, Ethernet, ZigBee (opcionális), Wi-Fi (antenna szükséges) ⁽⁴⁾ , Cellular (opcionális)								
Intelligens energiafelügyelet	Exportkorlátozás, Otthoni energiagazdálkodás (Eszkövezérlés)								
Inverter üzembe helyezése	A SetApp mobil alkalmazás segítségével a beépített WiFi eszközhöz való közvetlen csatlakozással								
TELJESÍTETT SZABVÁNYOK									
Biztonság	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109								
Hálózati csatlakozás ⁽⁵⁾	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, AS-4777, G83 / G59								
EMC	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 , IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC 15. rész, B osztály								
RoHS	Igen								
MECHANIKAI JELLEMZŐK									
AC kimenet	Kábel keresztmetszet: 15-21								
DC bemenet	2 pár MC4								
Méreték (hossz x széi x mély)	540 x 315 x 191								
Súly	16,4								
Üzemi hőmérséklet tartomány	-40 - +60 ⁽⁶⁾								
Hűtés	Belső ventilátor								
Zajkibocsátás	< 40								
Védettségi kategória	IP65 - kültéri és beltéri								
Rögzítés	Mellékelt konzol								

8.2.1 táblázat: a kiválasztott interteregység specifikációi

c, Kábelek, csatlakozók kiválasztása

Mivel napelemekről lévén szó, melyek minden esetben a szabad ég alatt helyezkednek el, így ki vannak téve az időjárás viszontagságainak. Kábelek és csatlakozók kiválasztásánál ügyelni kell arra, hogy minden egyes elem ellenálljon az esőnek, hidegnek, melegnek. Éppen ezért a kábeleknek UV állóknak kell lenniük, rendelkezniük kell PV1-F tanúsítvánnyal, a csatlakozóknak meg kell felelniük az EN 50521-es szabványnak. Az alábbi csatlakozó készletet választottam a rendszerhez, melyből 14 db-ra van szükség. A csatlakozókat a kábel méretéhez választottam, a rendszer teljesítménye alapján 4 mm^2 szolár kábelt fogok választani.

MC4 csatlakozó készlet 3.0-6.0 átmérő



8.2.3 kép: a kiválasztott csatlakozók

A az alábbi kábelket választottam a rendszeremhez, mely a napelemeket köti össze az inverterrel.

	
Szolár kábel 1m 1x4 mm² fekete	Szolár kábel 1m 1x4 mm² piros
✓ Raktáron - nettó ár	✓ Raktáron - nettó ár
315 Ft	315 Ft
Gyártó: Wagner & Co	Gyártó: Wagner & Co

8.2.4 kép: a kiválasztott kábelek

A szabványnak megfelelően szolár kábelt választottam, a rendszer összteljesítménye alapján 4mm² keresztmetsztűt. Két féle színre lesz szükség, hisz DC oldalt a pozitív oldalt piros színű, a negatív oldalt fekete színű kábelt használok. Természetesen, a kábel keresztmetszetet ellenőrizni kell feszültségesésre számítással mely alább látható.

Megengedett feszültségesés %-os értéke:	ε	[%]
Rendszer maximális teljesítménye:	$P_{\max}$	[W]
inverter távolsága a napelemektől:	l_0	[m]
A rendszer árama:	I	[A]
A rendszer névleges feszültsége:	U_n	[V]

Mértékadó feszültségesés:

 e' [V]

Szükséges keresztmetszet:

 $A_{\text{szüks}}$ [mm²]

Rendelkezésre álló adatok:

 $\varepsilon = 2 \%$ $P_{\text{max}} = 6084 \text{ W}$ $l_0 = 20 \text{ m}$ $U_n = 494 \text{ V}$

Számított értékek:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{2}$$

$$e' = \frac{2}{100} \cdot \frac{494}{2}$$

$$e' = 9,88 \text{ V}$$

$$I = \frac{P_{\text{max}}}{U_n}$$

$$I = \frac{6084}{494}$$

$$I = 12,31 \text{ A}$$

$$A_{\text{szüks}} = \frac{\rho}{e'} \cdot \sum_{k=1}^n (I \cdot l_0)$$

$$A_{\text{szüks}} = \frac{1}{56 \cdot 9,88} \cdot 12,31 \cdot 20$$

$$A_{\text{szüks}} = 0,44 \text{ mm}^2$$

A számítás alapján látható, hogy a választott 4 mm² keresztmetszetű vezeték bőven megfelel. A méretezés során 0,44 mm²-es érték meglehetősen kicsinek tűnik, mely a veték és az inverter között lévő rövid vezetékszakaszból adódhat. Ez a távolság 20 m mely mely feszültségesés szempontjából rövidnek mondható.

Az alábbi kábelt választottam, mely az invertert köti össze a hálózattal:



**NY-Y-J 5x 4mm² PVC
szigetelésű földkábel réz
vezetővel (E-YY)**

~~1.380Ft~~ **1.175Ft**

nettó 925Ft

www.kujbuselektro.hu

8.2.5 kép: A kiválasztott földkábel

Mivel az inverter AC oldali kimeneti teljesítménye 6000 W így 4mm²-es földkábelre választottam. Földkábelre azért van szükség, mivel a hálózati csatlakozó a ház túloldalán helyezkedik el, mely 20 m-re található az invertertől. Természetesen a kábel keresztmetszetet itt is ellenőrzöm számítással, a számítás során a kábel hosszúságát 30 m-rel számolom, a ráhagyások, valamint a csatlakozások kialakítása végett.

Megengedett feszültségesés %-os értéke:	ε	[%]
Rendszer maximális teljesítménye:	$P_{\max}$	[W]
inverter távolsága a napelemektől:	l_0	[m]
A rendszer árama:	I	[A]
A rendszer névleges feszültsége:	U_n	[V]
Mértékadó feszültségesés:	e'	[V]
Szükséges keresztmetszet:	$A_{\text{szüks}}$	[mm ²]

Rendelkezésre álló adatok:

$$\varepsilon = 2 \% \quad P_{\max} = 6000 \text{ W}$$

$$l_0 = 30 \text{ m} \quad U_n = 400 \text{ V}$$

Számított értékek:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} \quad e' = \frac{2}{100} \cdot \frac{400}{\sqrt{3}} \quad e' = 4,61 \text{ V}$$

$$I = \frac{P_{\max}}{U_n} \quad I = \frac{6000}{400} \quad I = 15 \text{ A}$$

$$A_{\text{szüks}} = \frac{\rho}{e'} \cdot \sum_{k=1}^n (I \cdot l_0) \quad A_{\text{szüks}} = \frac{1}{56 \cdot 4,61} \cdot 15 \cdot 30 \quad A_{\text{szüks}} = 1,74 \text{ mm}^2$$

Mint látható, itt már jóval közelebbi érték jött ki, mint az előző esetben, valójában elegendő lenne a 2,5 mm² keresztmetszetű kábel is, de a biztonság kedvéért 4 mm² választottam.

8.3 HMKE tartószerkezetének kiválasztása

Tartószerkezetet tekintve mindenképpen ferde tetőre szerelhető szerkezet szükséges, hiszen háztetőn helyezkednek el a panelek. mivel 13 db panelről van szó, érdemesebb komplett szerelőkeret szettet vásárolni, mely tartalmaz minden szükséges elemet.



8.3.1 kép: szerelőkeret szett ferde tetőre

A képen látható szett tartalmazza a rögzítéshez szükséges alumíniumsínt, a napelem rögzítőt, valamint a sín végére szükséges végzárót, viszont nem tartalmazza a tetőkampókat, melyre az alumíniumsín rögzíthető, így azokat külön kell megvenni. A szett 5 db napelempanel felszereléséhez szükséges anyagokat tartalmazza és 45.593 ft ba kerül. Mivel 13 db napelemem van, így 2 db szett vásárlása szükséges, melyhez vásárolnom kell még egy 3 db-os szettet is. Ennek az ára 27.432 ft. A fent látható termék az alábbi specifikációkkal rendelkezik.

Rögzíthető napelem modulok száma (db)	5
Alumínium rögzítősín hossza (mm)	11000
Szerelőkeret színe	alumínium
Anyag	alumínium/rozsdamentes acél
Hőtágulás lapos tetőn	3cm/12m
Hőtágulás hullámos tetőn	3cm/6m
Minősítések	TÜV Rheinland
Garancia (év)	10

8.3.1 táblázat: a kiválasztott HMKE tartószerkezet mechanikai specifikációi

Az adatlap értelmében a 10 év gyártói garancia kielégítő. A tetőkampókat illetően, összesen 24 db-ra lesz szükség, az alábbi modellből, melynek ára 3414 Ft.



Méretek (mm):

- Magassága: 135
- Talp szélesség: 150
- Teljes hossz: 170
- Benyúlás: 110
- Anyag vastagság (kampó): 6
- Anyag vastagság (talp): 5
- Kampó szélesség: 35

Garancia: 10 év

8.3.2 Kép: Tetőkampó

Mivel a tetőkampó rozsdamentes acélból készült, és 10 év a gyártói garancia így a rögzítőcsavaroknak is ki kell bírni ezt az időtávot, így rozsdamentes rögzítőcsavarok szükségesek mind a szarufa mind az alumíniumsín rögzítésénél. A tetőkampó méretei alapján

a sín rögzítéséhez M10x100 mm négylapfejű csavar, a tetőkampó rögzítéséhez négylapfejű 8x100 mm szarufacsavar szükséges.

8.4 HMKE rendszer védelemének kiválasztása

Mint minden elektromos rendszerhez így itt is szükséges különböző védelmi rendszerek alkalmazása. Mindenekelőtt szükség van a napelemes rendszer villámvédelmére, melyet a szabványjegyzékben található villámvédelmi szabványok alapján szükséges megvalósítani. Elengedhetetlen DC, valamint AC oldali védelem is, mely az esetleges túlfeszültség és zárlat ellen nyújt védelmet. Külön ezen célokra léteznek berendezések melyek beépítése is szükséges.

a, DC oldali védelem

A rendszer egyenáramú része az a szakasz, amely a napelemektől az inverterig tart. Erre a szakaszra szükséges beépíteni egy úgynevezett túlfeszültség levezetőt, mely az esetlegesen kialakuló túlfeszültségek ellen nyújt védelmet, ezáltal megóvva az invertert a túlfeszültségtől. Az alábbi túlfeszültség levezetőt alkalmazom:



8.3.1 Kép: DC túlfeszültség védelem napelemes rendszerekhez

Számomra praktikus, komplett túlfeszültség védelmet vásárolni, mely tartalmazza a B+C (T1,T2) osztályú túlfeszültség levezetőt, mely MC4 csatlakozókkal csatlakozásra elő van készítve, és egy IP65 védettségű hőnek és UV sugárzásnak ellenálló alon kívüli szekrényt. Ára 58.293 ft. A rendszer teljesítményéből adódóan az 500 V-os névleges feszültségű védelmet választottam. Szükséges még egy DC oldali leválasztó kapcsoló, mellyel lelávalsztható a napelem a hálózatról. Ára 12.446 ft.



Terhelhetőség	25A (600Vdc)
Terhelhetőség	11,5A (1000Vdc)
Pólusok száma	2
Lehetséges sztringek száma	1
Súly (kg)	0,19
Védettség	IP40

8.3.2 kép: DC leválasztó kapcsoló

A rendszer áramából kiindulva a 25 A-es leválasztó kapcsoló teljesen megfelelő, hiszen a rendszer árama 12,31 A névleges feszültsége 494 V.

b, AC oldali védelem

AC oldali védelemnél fontos, hogy az esetleges zárlat ellen biztosítva legyen a 30m-es földkábel szakasz mely az invertert köti össze az AC oldali csatlakozódobozzal. Szerencsére az alábbi csatlakozódoboz tartalmazza az összes védelmi berendezést ami szükséges. 3 pólusú kismegszakító, melynek mérete a rendszer teljesítménye alapján 6 A-32 A-ig kiválasztható. Én 20 A kismegszakítót választottam. 4pólusú áram-védőkapcsoló 32 A A'' típusú 30 mA hibaáram védelemmel, 4 pólusú T1+T2 túlfeszültség védelem, 6 kA zárlati szilárdságig, IP65 védettségű műanyag falon kívüli szekrényt.

AC hálózati csatlakozó doboz három fázisú négy pólusú 32A-s kapcsolóval



Cikkszám: ExPL-AC-3Fp4-K32

Kapható választék:

Elérhetőség: Rendelhető, nincs készlet, nettó

Kismegszakító mérete: 20 Amper

RAKTÁRRÓL, AZONNAL
Raktáron lévő, rendelhető termékek azonnal szállíthatók. Előrendelhető termékek esetén a szállításhoz kérjük érdeklődjön kollégáinknál a +36706013535 vagy a +36703272799 telefonszámon.

56.900 Ft + ÁFA (72.263 Ft)

- 1 +
db

KOSÁRBA RAKOM

8.3.3 kép: AC hálózati csatlakozó doboz háromfázisú négy pólusú 32 A-es kapcsolóval

Jelen csatlakozódoboz segítségével, a napelemes rendszerem könnyedén csatlakoztatható a ház elektromos hálózatához.

8.5 Költségek összegzése

A komplett rendszerhez szükséges anyagok ára alább látható.

Megnevezés	Ár [ft]	Darabszám	Összesen [ft]
Napelempanel	69.215	13	899.795
Inverter	539.750	1	539.750
MC4 csatlakozó	1143	14	16.000
Szolár kábel (4mm ²)	400 ft/m	40 m	16.000
Földkábel	1175 ft/m	30 m	35.250
Tartószerkezet szett (5db napelemhez)	45.593	2	91.186
Tartószerkezet szett (3db napelemhez)	27.432	1	27.432
Tetőkampó	3414	24	81.936
DC oldali védelem	58.293	1	58.293

DC oldali leválasztó kapcsoló	12.446	1	12.446
AC oldali csatlakozódoboz	72.263	1	72.263
Végösszeg:			1.850.351

8.5.1 táblázat: költségösszesítő

A komplett rendszer anyagköltsége tehát közel 2 millió forint. Ehhez az összeghez hozzászámítandó még a tervezési és telepítési költség mely nagyjából 3-400 ezer forint. Látható, hogy valóban 2 millió forint felett van egy átlagos HMKE költsége, saját esetemben - évi 220.000-250.000 ft értékű villamos energiát takarítok majd meg, ezáltal a rendszer megtérülési ideje valóban 10 év körül van.

9. Összegzés

Szakedolgozatom témájaként, feladatom volt a HMKE rendszerek ismertetése, bemutatása majd tervezése. Dolgozatomat a megújuló energiák fontosságával, bemutatásával, ismertetésével kezdtem, kitértem a nem megújuló energiák hátrányaira. Mivel napelemes rendszert terveztem, illet bemutatnom a napelemek működését is. Kezdeti pár oldal után, rátértem a napelemes rendszerek ismertetésére, ahol két nagy csoportra bontottam őket. Szigetüzemű rendszerek, valamint HMKE-k. Részletesen ismertettem mind két rendszer működését, felépítését. Mivel mindegyik rendszer számos alkotóelemet tartalmaz, részletesen bemutattam az egyes alkotóelemek feladatát, fontosságát. Ide tartoznak a napelem panelek, inverter, tartószerkezetek, csatlakozók, kábelek, és a védelmi berendezések. Napelem panelekből meglehetősen széles a választék így minden típusnak ismertettem a paramétereit, valamint, hogy hol érdemes őket alkalmazni. A tervezési folyamat előtt, részletesen beszéltem a HMKE-kről elterjedésükről hazánkban stb. A tervezési lebonyolításához elengedhetetlen a rendszer méretének meghatározása így a tervezési ciklusom első lépése ezzel indult. Mivel a saját lakóházam felújításon esett át és több nagyobb fogyasztó is került a hálózatba így a becslési folyamatot választottam erre a célra. Ennek lényege az volt, hogy meghatároztam milyen fogyasztók vannak a háztartásomban, mennyi időt használok őket egy hónapban, majd megnéztem az energiafogyasztásukat és ez alapján meghatároztam a ház éves energiaszükségletét. Mindezek után következett a rendszer alkotóelemeinek kiválasztása. A napelem panelekkel kezdtem, hiszen ez alapján tudtam kiválasztani a többi alkotóelemet (inverter, védelmek, kábelek stb.) A panelek kiválasztásánál mérlegeltem hazánk időjárási viszonyait, mikor és mennyit süt a nap, majd több szempontot megvizsgálva a monokristályos panelek mellett döntöttem. Mivel ismerté vált a rendszer mérete, a panelek adatai, így könnyedén kiválaszthattam az invertert. Itt figyelembe kellett venni, hogy 3 fázisú rendszerről üzemel a háztartás, ezáltal a napelemek által termelt energiát is 3 fázisú rendszeren kellett elszállítani. Mindenképpen 3 fázisú inverterre volt szükség, ezen termékek közül az árukat, márkájukat, gyártói garanciát vettem figyelembe a választásnál. Ezt követte a tartószerkezet kiválasztása, ami adott volt a ház ferde teteje miatt. Csatlakozók kiválasztása sem okozott nagy bonyodalmat, hiszen szabvány szerint MC4 típusú csatlakozókat kell használni ezen rendszereknél. A kábel típusa is adott volt, hiszen DC oldalt az erős napsugárzás miatt UV álló szolár kábeleket alkalmaznak, a kérdés csak a keresztmetszetre irányult. A rendszer

teljesítményéből adódóan, 4 mm^2 kábelt választottam, viszont a biztonság kedvéért számítással ellenőriztem a keresztmetszetet feszültségesésre. Miután a rendszer már szinte összeállt, következett a védelmek kiválasztása. Mind AC mind DC oldalra szükség volt védelemre, amely megóvjá a rendszert az esetleges túlfeszültségtől zárlattól stb. A védelmek sikeres kiválasztása után, készítettem egy rövid költségösszesítőt, hogy lássam mennyibe is fog kerülni a kiépítéshez szükséges anyag. Végül AutoCAD program segítségével elkészítettem a kiosztási rajzot, AC oldali és DC oldali csatlakozás rajzokat. Végül feltüntettem a rendszer tervezéséhez, üzemeltetéséhez, karbantartásához szükséges szabványokat is.

10. Summary

As the subject of my thesis, my task was to describe, present and design the HMKE systems. I started my thesis with the importance of renewable energies, with the introduction and presentation of renewable energies, and I also discussed the disadvantages of non-renewable energies. Since I designed a solar system, I had to show how solar panels work. After a few initial pages, I moved on to the description of solar systems, where I divided them into two major groups. Island systems and CCS systems. I described in detail the operation and construction of both systems. Since each system contains a number of components, I described in detail the function and importance of each component. These include solar panels, inverters, mounting structures, connectors, cables, and protection devices. The range of solar panels is quite wide, so I have described the parameters of each type and where they are suitable for use. Prior to the design process, I talked in detail about the deployment of HMKEs in our country, etc. To carry out the design, it is essential to determine the size of the system, so the first step of my design cycle started with this. As my own house was undergoing renovation and several larger consumers were added to the network, I chose the estimation process for this purpose. The idea was to determine which consumers are in my household, how much time I use them in a month, and then look at their energy consumption to determine the annual energy demand of the house. This was followed by selecting the components of the system. I started with the solar panels, as this was the basis for choosing the other components (inverters, protectors, cables, etc.) When choosing the panels, I considered the weather conditions in our country, when and how much sunshine there is, and then, after considering several aspects, I decided to use monocrystalline panels. Since I knew the size of the system and the specifications of the panels, I could easily choose the inverter. Here, I had to take into account that the household was running on a 3-phase system, so the energy produced by the solar panels had to be delivered on a 3-phase system. In any case, I needed a 3-phase inverter, and of these products, I took into account their price, brand and manufacturer's warranty when making my choice. This was followed by the selection of the mounting structure which was a given due to the pitched roof of the house. The choice of connectors was not a major complication either, as the standard is to use MC4 type connectors for these systems. The type of cable was also a given, since UV solar cables are used on the DC side due to the strong solar radiation, the only question was the cross-section. Due to the

performance of the system, I chose 4 mm² cable, however, to be on the safe side, I checked the cross section for voltage drop by calculation. Once the system was almost assembled, the next step was to choose the protection. Both AC and DC protection was needed to protect the system from possible surges, short circuits, etc. After the successful selection of the protection, I made a short cost summary to see how much the material needed for the installation would cost. Finally, using Autocad program, I made the layout drawing, AC side and DC side connection drawings. Finally I also indicated the standards required for the design, operation and maintenance of the system.

11. Irodalomjegyzék

- [1] Napelemek teljesítménye és éves termelése - Wagner Solar,
<https://wagnersolar.hu/napelemek-teljesitmenye-es-eves-termelese/>
- [2] Polikristályos napelem bemutatása - Napelem-szolar.hu, <https://napelem-szolar.hu/napelem-tipusok/kristalyos-napelem/polikristalyos-napelem/>
- [3] Napelem típusok: melyiket válasszam? (eon.hu),
<https://www.eon.hu/hu/blog/napenergia/napelem-tipusok-melyiket-valasszam.html>
- [4] Naperőmű – Wikipédia (wikipedia.org),
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Naper%C5%91m%C5%B1>
- [5] Napelem árak és napelem rendszer árak villanyszámla alapján (bze.hu),
<https://bze.hu/napelem-arak>
- [6] Napelem – Wikipédia (wikipedia.org), <https://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem>
- [7] HMKE engedélyeztetés folyamat leírás (eon.hu),
<https://www.eon.hu/hu/hmke/folyamat.html>
- [8] Magyarország legnagyobb napelem erőművét adták át (octogon.hu),
<https://www.octogon.hu/epitoipar/magyarorszag-legnagyobb-napelem-eromuvet-adtak-at/>
- [9] Q.CELLS Q.PEAK DUO ML-G9 390 Wp (naploposhop.hu),
https://www.naploposhop.hu/napelemek/qcells_qpeak_duo_ml-g9_390_wp_monokristalyos_napelem_1498
- [10] Napelem - A Napelem Webáruház (napelemmarket.hu),
https://www.napelemmarket.hu/napelem_modul

12.Szabványjegyzék

MSZ 13207:2020 0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége

MSZ EN 61439-1:2012 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések Tipizált és részlegesen tipizált berendezések

MSZ 1585:2016 Villamos berendezések üzemeltetése

MSZ 447:2019 Csatlakozás kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra

MSZ EN 61140:2003 Áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és a villamos szerkezetekre vonatkozó közös szempontok

MSZ EN 62305-1:2006 Villámvédelem. 1.rész: Általános alapelvek

MSZ EN 62305-2:2006 Villámvédelem. 2.rész: Általános alapelvek

MSZ EN 62305-3:2009 Villámvédelem. 3.rész: Építmények fizikai károsodása és életveszély

MSZ EN 62305-4:2006 Villamos és elektronikus rendszerek építményekben
MSZ 2364-460:2002 Épületek villamos berendezéseinek létesítése, Leválasztás és kapcsolás

MSZ 2364-537:2002 Épületek villamos berendezéseinek létesítése, Leválasztó kapcsolás és üzemi kapcsolás eszközei

MSZ HD 60364-4-41:2018 Kisfeszültségű villamos berendezések. Áramütés elleni védelem

MSZ HD 60364-4-42:2011 Kisfeszültségű villamos berendezések. Hőhatások elleni védelem

MSZ HD 60364-4-43:2010 Kisfeszültségű villamos berendezések. Túláram-védelem

MSZ HD 60364-4-44:2010 Kisfeszültségű villamos berendezések. Léggöri vagy kapcsolási túlfeszültségek elleni védelem

MSZ HD 60364-4-444:2011 Kisfeszültségű villamos berendezések. Feszültségzavarok és elektromágneses zavarok elleni védelem
MSZ HD 60364-5-51:2010 Kisfeszültségű villamos berendezések. Általános előírások.

MSZ HD 60364-5-534:2009 Kisfeszültségű villamos berendezések. Villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Leválasztás, kapcsolás és vezérlés.

MSZ HD 60364-5-54:2012 Kisfeszültségű villamos berendezések. Villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Földelő berendezések és védővezetők

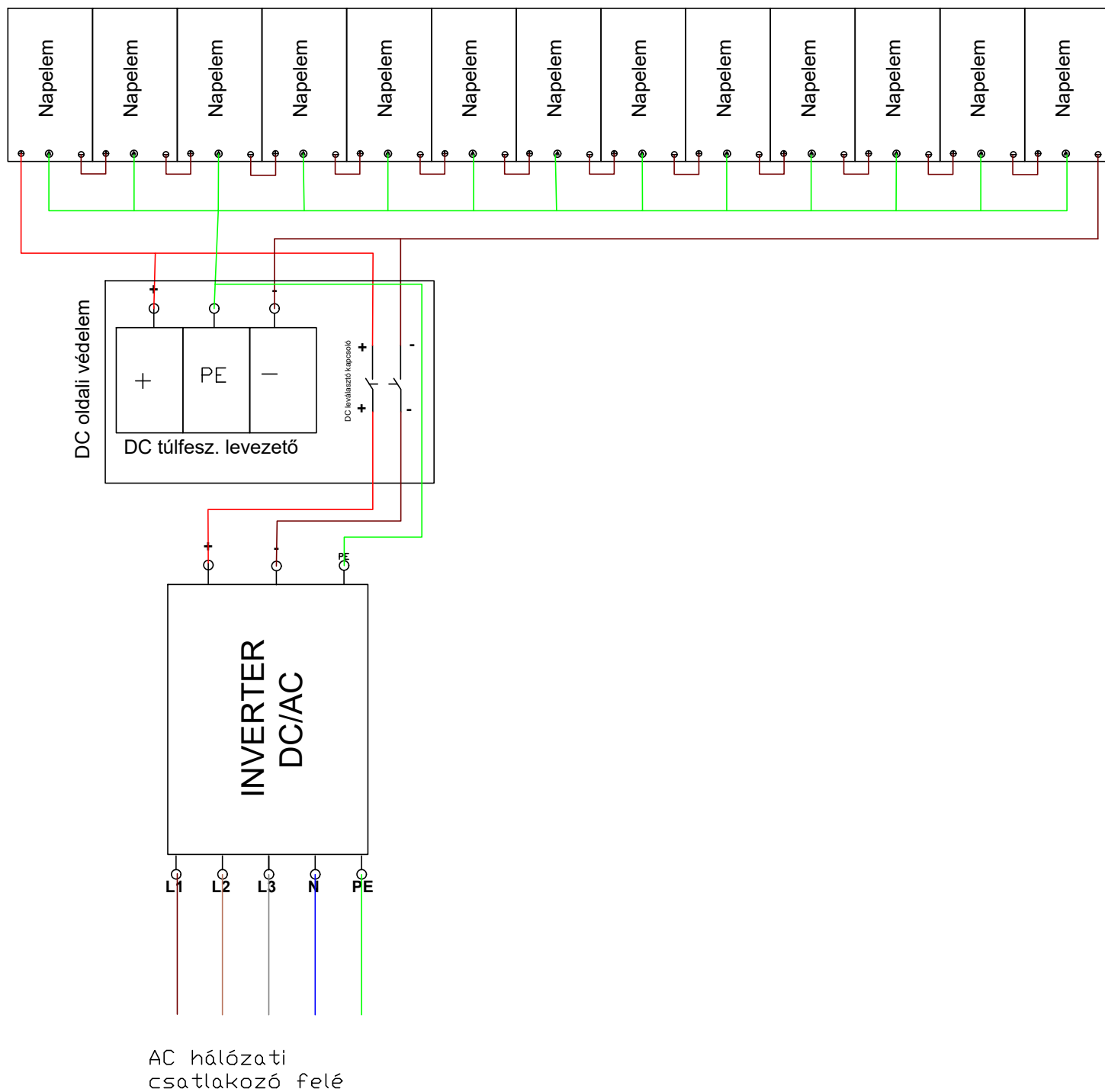
MSZ HD 60364-5-56:2010 Kisfeszültségű villamos berendezések. Villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Biztonsági berendezések

MSZ HD 60364-6:2017 Kisfeszültségű villamos berendezések. Ellenőrzés

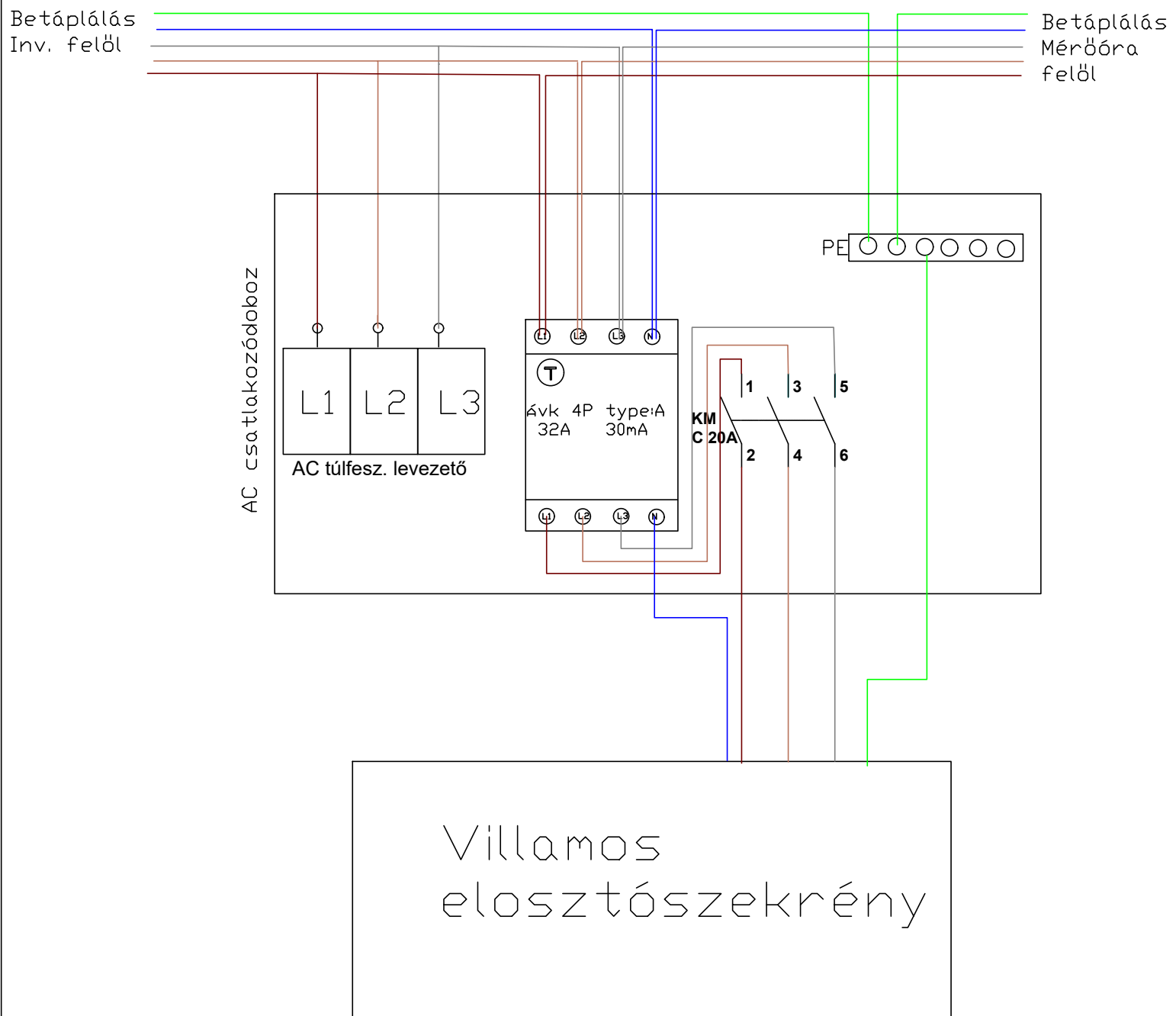
MSZ HD 60364-7-712:2016 Épületek villamos berendezéseinek létesítése. Napelemes (PV) energiaellátó rendszerek

MSZ EN 62446-1:2016 Fotovillamos (PV-) rendszerek. Vizsgálati, dokumentációs és karbantartási követelmények. 1. rész: Hálózatra kapcsolt rendszerek. Dokumentáció, üzembe helyezési vizsgálatok és ellenőrzés

13.Mellékletek



Név:	Megnevezés:	
Pray Marcell	HMKE rendszer csatlakozási rajz DC oldal	
Dátum:		
2021.12.12		



Név:	Megnevezés:	
Pray Marcell	HMKE rendszer csatlakozási rajz AC oldal.	
Dátum:		
2021.12.12		

Háromfázisú inverter

SE3K - SE10K

INVERTEREK



Kifejezetten a teljesítmény-optimalizálókhoz fejlesztettük ki

- /// Zajsintje megfelelő lakott környezetben - Nincs külső ventilátor
- /// Gyors és egyszerű inverter üzembe helyezés közvetlenül egy okostelefonról a SolarEdge SetApp alkalmazással
- /// Magas hatásfok 98%
- /// Kicsi, kategóriájában a legkönnyebb; egyszerűen telepíthető
- /// Integrált modulszintű felügyelet
- /// Internet kapcsolat Ethernettel vagy Wifivel (Wi-Fi, ZigBee, Cellular)
- /// Bel-és kültéren is telepíthető (IP-65 védelmi osztály)
- /// Fix feszültségű inverter a hosszabb stringek érdekében
- /// Smart Energy Management vezérlés

/ Háromfázisú inverter

SE3K-SE10K⁽¹⁾

	SE3K ⁽²⁾⁽³⁾	SE4K ⁽²⁾	SE5K	SE6K ⁽²⁾	SE7K	SE8K	SE9K	SE10K	
Cikkszámok mely inverterekhez alkalmazható	SEXK-XXTXBXX4								
KIMENET									
Névleges AC teljesítmény	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Maximális AC teljesítmény	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Névleges kimeneti AC feszültség - vonali, vagy fázisnulla	380 / 220 ; 400 / 230								Vac
Kimeneti AC feszültségtartomány (vonali, vagy fázisnulla)	184 - 264,5								Vac
AC frekvencia	50/60 ± 5								Hz
Folyamatos max. kimeneti áramerősség	5	6,5	8	10	11,5	13	14,5	16	A
Támogatott hálózatok – háromfázisú	3 / N / PE (középponton földelt, csillag hálózat, nullvezetővel)								
Hálózat figyelése, szigetüzem elleni védelem, konfigurálható teljesítmény tényező, országonként beállítható tartományok	Igen								
BEMENET									
Maximális DC teljesítmény (STC körülmények)	4050 ⁽⁴⁾	5400	6750	8100	9450	10800	12150	13500	W
Transzformátor nélkül, földeletlen	Igen								
Maximális bemeneti feszültség	900								Vdc
Névleges DC bemeneti feszültség	750								Vdc
Maximális bemeneti áramerősség	5	7	8,5	10	12	13,5	15	16,5	Adc
Fordított polaritás elleni védelem	Igen								
Földelési hiba érzékelése	Érzékenység: 700kΩ								
Inverter maximális hatásfoka	98								%
Európai (súlyozott) hatásfok	96,7	97,3			97,4	97,6	97,5	97,6	%
Éjszakai energiafelhasználás	< 2,5								W
TOVÁBBI FUNKCIÓK									
Támogatott kommunikációs felületek ⁽⁵⁾	RS485, Ethernet, ZigBee (opcionális), Wi-Fi (antenna szükséges) ⁽⁶⁾ , Cellular (opcionális)								
Intelligens energiafelügyelet	Exportkorlátozás, Otthoni energiagazdálkodás (Eszközvezérlés)								
Inverter üzembe helyezése	A SetApp mobil alkalmazás segítségével a beépített WiFi eszközhöz való közvetlen csatlakozással								
TELJESÍTETT SZABVÁNYOK									
Biztonság	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109								
Hálózati csatlakozás ⁽⁷⁾	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, AS-4777, G83 / G59								
EMC	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 , IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC 15. rész, B osztály								
RoHS	Igen								
MECHANIKAI JELLEMZŐK									
AC kimenet	Kábel keresztmetszet: 15-21								mm
DC bemenet	2 pár MC4								
Méret (hossz x szél x mély)	540 x 315 x 191								mm
Súly	16,4								kg
Üzemi hőmérséklet tartomány	-40 to +60 ⁽⁸⁾								°C
Hűtés	Belső ventilátor								
Zajkibocsátás	< 40								dBA
Védettségi kategória	IP65 - kültéri és beltéri								
Rögzítés	Mellékelt konzol								

(1) Nagyobb teljesítményosztályokhoz információk: <http://www.solaredge.com/files/pdfs/products/inverters/se-three-phase-inverter-extended-power-datasheet-hu.pdf>

(2) Egyes országokban elérhető; minden tanúsítvány letölthető: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>

(3) Az SE3K-RW010BNN4 pontosan 10 darab P404/P405/P485/P505 optimalizáló csatlakoztatására szolgál

(4) A maximálisan megengedett DC teljesítmény 3700W az SE3K-RW010BNN4 modellnél

(5) Az opcionális kommunikációs lehetőségek leírását lásd a Letöltések oldalon az Adatlapok -> Kommunikáció kategóriában: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>

(6) A Wi-Fi-kapcsolat külső antennt igényel. További információ: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-wifi-zigbee-antenna-datasheet.pdf>

(7) Az összes szabványt lásd a Tanúsítványok kategóriában a Letöltések oldalon: <https://www.solaredge.com/groups/support/downloads>

(8) A teljesítménycsökkentéshez lásd az alábbiakat: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-derating-note.pdf>

powered by

Q.ANTUM DUO Z

Q.PEAK DUO ML-G9 370-390

TARTÓSAN NAGY
TELJESÍTMÉNY



ÁTTÖRI A 20 % HATÉKONYSÁGI KORLÁTOT

A Q.ANTUM DUO Z Technology és a nulla hézagú cella elrendezés akár 20,8%-kal képes növelni a modul hatékonyságát.



INNOVATÍV, BÁRMILYEN IDŐJÁRÁSRA ALKALMAS TECHNOLOGIA

Optimális hozamok bármilyen időjárás esetén, a kiváló gyenge fényerő melletti és hőmérsékleti viselkedésnek köszönhetően.



TARTÓSAN NAGY TELJESÍTMÉNY

Hosszú távon biztonságos hozam az Anti LID Technology, Anti PID Technology¹, Hot-Spot Protect és a Traceable Quality Tra.Q™ technológiának köszönhetően.



SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁSI FELTÉTELEKRE ALKALMAS

High-tech alumínium ötvözetű keretek, amelyeket nagy hó- (6000 Pa) és szélterhelésekre (4000 Pa) tanúsítottak.



BERUHÁZÁSI BIZTONSÁG

12 év termékgarancia és 25 év lineáris teljesítményi garancia².



A LEGMODERNEBB SZOLÁR MODULTECHNOLÓGIA

A Q.ANTUM DUO egyesíti a jelenlegi félcellás technológiát és az innovatív cellavezetékvezést a kiértelt Q.ANTUM Technology.

¹ APT-feltételek az IEC/TS 62804-1:2015 szerint, B módszer (~1500 V, 168 h)

² További információkat lásd az adatlap hátoldalán.

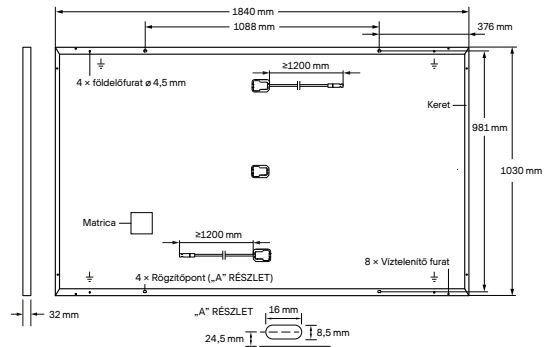
IDEÁLIS MEGOLDÁS



Magánszemélyek
tetőépítményére

MECHANIKAI SPECIFIKÁCIÓK

Formátum	1840 mm × 1030 mm × 32 mm (kerettel együtt)
Súly	19,5 kg
Első borítás	2,8 mm termikusan előfeszített üveg antireflexiós technológiával
Hátsó borítás	Kompozitfólia
Keret	Feketére eloxált alumínium
Cella	6 × 22 monokristályos Q.ANTUM szolár félcellák
Csatlakozódoboz	53-101 mm × 32-60 mm × 15-18 mm Védelmi típus IP67, bypassdiódákkal
Kábel	4 mm ² szolárkábel; (+) ≥ 1200 mm, (-) ≥ 1200 mm
Dugaszolható csatlakozó	Stäubli MC4, Hanwha Q CELLS HQC4; IP68



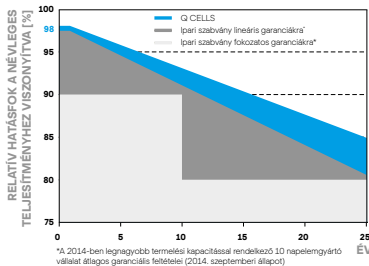
ELEKTROMOS JELLEMZŐK

TELJESÍTMÉNYI OSZTÁLYOK				370	375	380	385	390
MINIMÁLIS TELJESÍTMÉNY SZOKVÁNYOS VIZSGÁLATI FELTÉTELEK MELLETT, STC ¹ (TELJESÍTMÉNYI TÜRÉS +5 W / -0 W)								
Minimum	Teljesítmény MPP ¹	P _{MPP}	[W]	370	375	380	385	390
	Rövidzárlati áram ¹	I _{SC}	[A]	10,58	10,62	10,65	10,68	10,71
	Üresjáratú feszültség ¹	U _{OC}	[V]	44,92	44,96	44,99	45,03	45,06
	Áram MPP-nél	I _{MPP}	[A]	10,03	10,09	10,14	10,20	10,26
	Feszültség MPP-nél	U _{MPP}	[V]	36,90	37,18	37,46	37,74	38,01
	Hatékonyág ¹	η	[%]	≥19,5	≥19,8	≥20,1	≥20,3	≥20,6
MINIMÁLIS TELJESÍTMÉNY NORMÁL ÜZEMI FELTÉTELEK MELLETT, NMOT ²								
Minimum	Teljesítmény MPP-nél	P _{MPP}	[W]	277,1	280,8	284,6	288,3	292,0
	Rövidzárlati áram	I _{SC}	[A]	8,53	8,55	8,58	8,60	8,63
	Üresjáratú feszültség	U _{OC}	[V]	42,36	42,39	42,43	42,46	42,50
	Áram MPP-nél	I _{MPP}	[A]	7,88	7,93	7,99	8,04	8,09
	Feszültség MPP-nél	U _{MPP}	[V]	35,15	35,39	35,64	35,87	36,11

¹Mérési türesek P_{MPP} ± 3%; I_{SC}, U_{OC} ± 5% at STC: 1000 W/m², 25 ± 2 °C, AM 1,5 IEC 60904-3 szerint • 800 W/m², NMOT, Spektrum AM 1,5

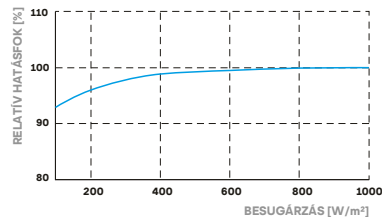
Q CELLS TELJESÍTMÉNYI GARANCIA

VISELKEDÉS GYENGE FÉNYVISZONYOK MELLETT



A névleges teljesítmény legalább 98%-a az első éven belül. Utána max. 0,54% évenkénti csökkenés. A névleges teljesítmény legalább 93,1%-a 10 év után. A névleges teljesítmény legalább 85%-a 25 év után.

Minden adat a mérési türeken belül. Az összes termék- és teljesítményi garancia a Q CELLS mindenkor érvényes garanciájának megfelelően, az Ön országának forgalmazó társasága részéről.



Jellegzetes modul teljesítmény alacsony besugárzási viszonyok mellett STC-feltételekkel összemérve (25 °C, 1000 W/m²).

HŐMÉRSÉKLETI EGYÜTTTHATÓK

Hőmérsékleti együttható I _{SC}	α [%/K]	+0,04	Hőmérsékleti együttható U _{OC}	β [%/K]	-0,27
Hőmérsékleti együttható P _{MPP}	γ [%/K]	-0,35	Nominal Module Operating Temperature	NMOT [°C]	43 ± 3

A RENDSZER BEKÖTÉSÉNEK JELLEMŐ ADATAI

Maximális rendszerfeszültség	U _{SYS} [V]	1000	PV modul besorolása	Class II
Visszatáplált áram terhelhetőség	I _R [A]	20	Tűzvédelmi osztályozás az ANSI / UL 61730 alapján	C / TYPE 2
Max. megengedett teher, nyomás / huzat	[Pa]	4000 / 2660	Megengedett modulhőmérséklet folyamatos üzemben	-40 °C - +85 °C
Max. vizsgálati terhelés, nyomás / huzat	[Pa]	6000 / 4000		

MINŐSÍTÉSEK ÉS TANÚSÍTÁSOK

IEC 61215:2016; IEC 61730:2016.
A jelen adatlap megfelel a
DIN EN 50380 követelményeinek.



CSOMAGOLÁSI INFORMÁCIÓK

Vízszintes csomagolás	1890 mm	1080 mm	1208 mm	661 kg	28 raklap	24 raklap	32 modul
-----------------------	---------	---------	---------	--------	-----------	-----------	----------

MEGJEGYZÉS: A telepítési útmutató utasításait be kell tartani. A termék engedélyezett használatáról szóló további információkat a telepítési és üzemeltetési útmutató tartalmaz vagy fordulhatnak a műszaki szervizhez is.

Hanwha Q CELLS GmbH

Sonnenallee 17-21, 06766 Bitterfeld-Wolfen, Germany | TEL +49 (0)3494 66 99-23444 | FAX +49 (0)3494 66 99-23000 | EMAIL sales@q-cells.com | WEB www.q-cells.com

Engineered in Germany

