



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Tanulás- és Tanításmódszertani - Tudástechnológiai Szekció

HÁZTARTÁSI MÉRETŰ KISERŐMŰVEKKEL TÁMOGATOTT OKOSOTTHON MÓDSZERTANI ÉS TECHNOLÓGIAI MEGOLDÁSAI

Szerző: **Horváth József**
Villamosmérnök BSc. szak, II. évf.
levelező tagozat
ei9ndb

Konzulens: **Dr. Molnár György, egyetemi docens**

Budapest, 2022.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Okosotthon modell szerepe napjainkban.....	4
3. Háztartási méretű kiserőmű (HMKE) szerepe.....	6
3.1. On grid rendszerek.....	6
3.2. Smart Grid rendszerek (okos hálózatok) és jellemzőik.....	7
3.3. Smart City jelentősége.....	9
3.4. Off grid rendszerek.....	11
3.5. Energiatárolók	12
3.6. Villamos energia elszámolási rendszere.....	13
4. Szigetüzemű napelemes rendszer kialakításának szempontrendszere.....	14
4.1. Tervezés folyamata.....	14
4.2. A beruházás megtérülésének tervezése	16
4.3. A beruházás, mint befektetés.....	16
5. Következtetések, kitekintés	18
6. Irodalomjegyzék	19
7. Ábrajegyzék.....	20
8. Melléklet.....	21

1. Bevezetés

Jelen dolgozatom célja egy olyan szakmai ismeretanyag összeállítása, amely közérthető módon bemutatja a hazánkba jelenleg elérhető HMKE megoldásokat, amelyekkel intelligens módon egészíthetjük ki otthonunk energiaellátását. Dolgozatom aktualitását a bonyolult energiaellátási biztonság és a médiában gyakorta elhangzó szakszerűtlenül megfogalmazott magyarázatok adják. Nem ritka ma sem, hogy például a napkollektort és a napelemet összekeverik, pedig működésüket tekintve óriási a különbség a két rendszer között. Szintén nagy dilemmát okoz a laikus felhasználó számára a megtérülési idő meghatározása, különösen most, amikor elhangzott, hogy a hálózatba történő betáplálás engedélyezése megszűnik, vagy az a tudat, hogy a szaldós elszámolás megszűnik. A témához kapcsolódóan kitérek a Smart Grid rendszerekre is, hiszen a HMKE rendszerek használhatóságát jócskán kiterjesztik a városi energiaellátó - energiatároló rendszerek. Egy konkrét példán keresztül bemutatom, hogyan zajlik le a beruházás tervezése, milyen tervezési fázisokat szükséges meghatározni, ahhoz hogy a kívánt energiamennyiséget optimálisan tudjuk felhasználni. Különösen azokat a tervezési lépéseket próbálom kiemelni, amelyeket nem szakembereknek kell meghatározniuk. Végül a dolgozatom végén kitérek a beruházás, mint befektetés szemlélet bemutatására, ezzel is inspirálva a hallgatóságot otthonuk energiaellátásának korszerűsítésére. Jelen dolgozatom célja egy olyan ismeretanyag összeállítása, amely közérthető módon bemutatja a hazánkba jelenleg elérhető HMKE megoldásokat, amelyekkel intelligens módon egészíthetjük ki otthonunk energiaellátását. Dolgozatom aktualitását elsősorban a komplex és bonyolult energiaellátási biztonság és a médiában gyakorta elhangzó szakszerűtlenül megfogalmazott magyarázatok adják. Nem ritka még ma sem, hogy például a napkollektort és a napelemet összekeverik, pedig működésüket tekintve óriási a különbség a két rendszer között. Szintén nagy dilemmát okoz a laikus felhasználónak a megtérülési idő meghatározása, különösen most, amikor jogszabály írta le, hogy a hálózatba történő betáplálás engedélyezése megszűnik, vagy az a tudat, hogy a szaldós elszámolás megszűnik. A témához kapcsolódóan kitérek a Smart Grid rendszerekre is, hiszen a HMKE rendszerek használhatóságát jócskán kiterjesztik a városi energiaellátó - energiatároló rendszerek. Egy konkrét, életszerű példán keresztül bemutatom, hogyan zajlik le a beruházás tervezése, milyen tervezési fázisokat szükséges meghatározni, ahhoz hogy a kívánt energiamennyiséget optimálisan tudjuk felhasználni. Különösen azokat a tervezési lépéseket igyekeztem kiemelni, amelyeket nem szakembereknek kell meghatározniuk.

Végül a dolgozatomban kitérek a beruházás, mint befektetés különböző szempontjainak bemutatására, ezzel is inspirálva az érdeklődő olvasót otthonuk energiaellátásának korszerűsítésére. Munkámmal szerettem volna egy konkrét, komplex műszaki beruházási folyamat egyszerű és közérthető formában való szemléltetésével egy módszertani segédanyagot készíteni az érdeklődők számára, amelyet önállóan informális módon is megismerhetnek.

2. Okosotthon modell szerepe napjainkban

Az okosotthon modellt úgy lehet elképzelni, mint egy hierarchikusan felépített kommunikációs rendszert, ahol mindegyik komponenst egy alközponti rendszer vezérel és az alközponti rendszereket pedig egy központi rendszer irányítja. Az egyes alrendszerek autonóm rendszerként is működhetnek, így a teljes rendszer önálló modulokból is felépíthető. Ilyen alrendszerek lehetnek például a szórakoztató, a kényelmi, az energiaellátás, a világító berendezések, a hőmérséklet, a páratartalom, a biztonsági vagy a szellőzés irányításáért felelős alrendszerek. A komplex rendszert ezen alrendszerek központi vezérlése valósítja meg (Sallai, 2018).

Az 5G technológia megjelenése jelentősen felpörgette az M2M (gép – gép kommunikáció) piacot, mivel egyidejűleg nagyobb számú igényt képes kiszolgálni, a kommunikáció jelentősen felgyorsult a gép – gép kapcsolatok között.

Általában elmondható az alrendszerekre, hogy a beavatkozó egységek relék, mágneskapcsolók, mágnesszelepek, pneumatikus gépelemek, hidraulikus gépelemek, léptető motorok vagy egyéb villanymotorok.

A központi rendszer egy összetett alkalmazás, amely biztosítja valamennyi alrendszer működéséhez szükséges adat tárolását és elérését, valamint beavatkozási lehetőséget a felhasználók számára. Az adatok tárolása lehet helyi vagy felhőben, attól függően, hogy a felhasználók és az alrendszerek számára milyen szintű hozzáférés szükséges (Okos Otthon, 2022).

Szintén a központi rendszer feladata a riasztás is, a beállított paraméter alapján. Ezek a paraméterek lehetnek például az adott érzékelő riasztási értéke, a felhasználó e-mail címe, telefonszáma és az üzenet szövege. Egy lehetséges riasztás szövege például, „A levegő hőmérséklete megközelítette a fagyhatárt, a mért érték $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”.



1. számú ábra, Okosvilág összetevői (bit.ly/3GF1cV7)

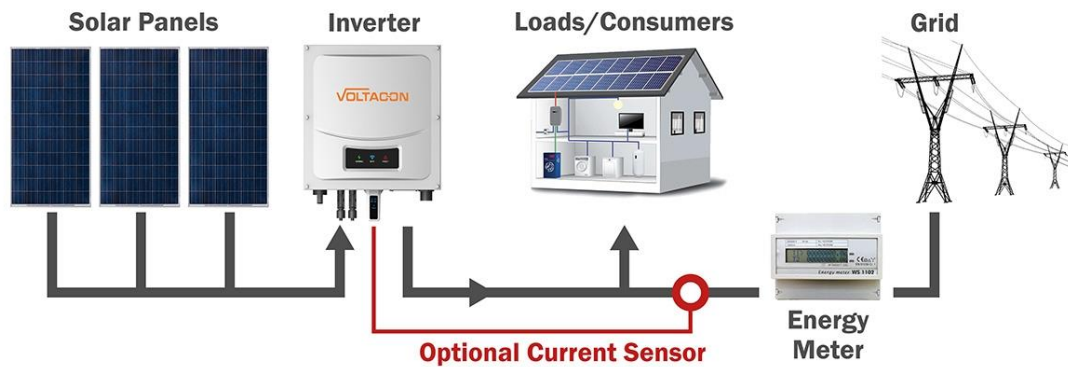
Az okosotthonok energiaellátásában fontos szerepet tölthetnek be a megújuló energiát hasznosító rendszerek. A napelemes rendszerek termelőberendezései tartalmazzák a fejlett kommunikációs eszközöket, opcionálisan rendelkeznek a vezeték nélküli kommunikációval is. Az inverterekhez általában ingyenes tárhelyet biztosítanak a gyártók, a termelési adatok tárolására. Mivel az inverterek adatai akár online elérhetőek, a napelemes rendszerek aktuális adatait felhasználva, akár vezérelni lehet például a háztartási gépek működését is figyelembe véve az energiaellátás rendelkezésre álló teljesítményét.

3. Háztartási méretű kiserőmű (HMKE) szerepe

Háztartásunk energiaellátását legegyszerűbben villamos energiával tudjuk kiegészíteni akkor, ha intelligens és környezetbarát módon szeretnénk ezt megvalósítani. A villamos energiát többféle eszközzel is előállíthatjuk, engedélyhez és engedélyezéshez nem kötött eszközökkel. A hálózati szolgáltatóval akkor szükséges engedélyeztetni a kiserőművet, ha a hálózatra szeretnénk csatlakozni a termelőegységünkkel, ezek az úgynevezett „grid on” rendszerek, a *villamos hálózatra táplálják be* a megtermelt, de el nem használt energiát. Amennyiben nem csatlakozunk a hálózatra akkor „off grid” rendszerekről, másként szigetüzemű rendszerekről beszélünk. Az off grid rendszereknél az el nem használt és el nem tárolt energia elvész. A harmadik módszer a *hibrid* rendszer, amely ötvözi a két rendszer tulajdonságait. A háztartási méretet jelenleg az 50kW termelőberendezés teljesítmény mérethatára jelenti. Az energia forrása lehet a nap vagy a szél ebben a kategóriában. A termelő berendezés napelemes rendszerek esetében az *inverter*, szélerenergia felhasználásakor a *szélturbina*.

3.1. On grid rendszerek

A hálózatba visszatápláló rendszerek előnye, hogy a megtermelt és fel nem használt energia nem vész el, hanem a villamos hálózatba betáplálásra kerül. Amikor szükségünk van rá, akkor pedig felhasználjuk a villamos hálózatról. A rendszer előnye, hogy megfizethető áron fenntartható, a beruházás egyszeri költséget jelentett. A rendszer hátránya, hogy amennyiben a villamos hálózat nem áll rendelkezésre (áramszünet), vagy nem megfelelően működik (túlfeszültség), akkor a teljes rendszer leáll, vagyis kikapcsol és ekkor ha nincs más alternatív energiaforrásunk, például aggregátorunk, akkor áram nélkül maradhatunk. Megjelentek az engedélyezett inverterek között a hibrid visszatápláló inverterek is, amelyek akkumulátort is képesek használni, de elterjedni már nem tudtak a magas költségek és a hálózatba történő betáplálási lehetőség megszűnése miatt. A hálózatba történő betáplálás engedélyeztetése hazánkban nemrég felfüggesztésre került, vagyis ilyen megoldás már nem választható. A 2. számú ábrán láthatjuk a hálózatba betápláló rendszer vázlatát.



2. számú ábra, A hálózatba betápláló rendszer (bit.ly/3Io5iSE)

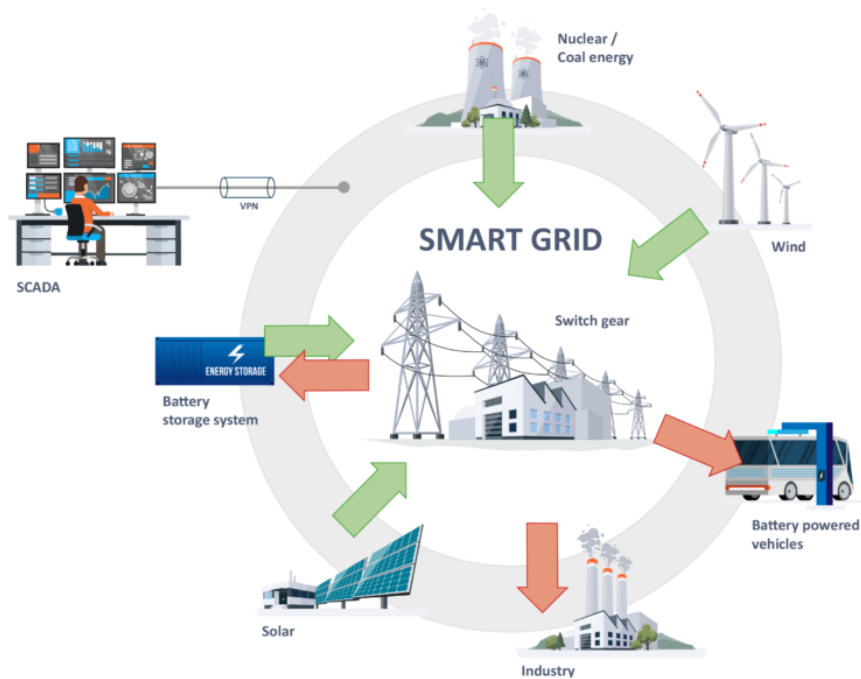
3.2. Smart Grid rendszerek (okos hálózatok) és jellemzőik

A Smart Grid rendszerek olyan villamos hálózatok, amelyek a kommunikációs eszközök felhasználásával adatokat tudnak gyűjteni a felhasználók és szolgáltatók szokásairól és ezen adatok felhasználásával képes növelni az energiafelhasználás hatékonyságát. A Smart Grid rendszerek nagyon fontos szerepet töltenek be az energiaelosztás területén, a megújuló energiát előállító rendszerek hullámzó teljesítménye miatt. Ennek a hullámzó teljesítménynek a kisimítására keres megoldásokat a rendszer (Geisler, 2013). A rendszerrel szembeni elvárás, hogy intelligens módon, gyorsan és automatikusan reagáljon a környezete igényeire. Maga a technológia még nem forrta ki magát, így sok fejlesztési igény merülhet még fel. Ilyen fejlesztési igény a rendszer megbízhatóságának javítása, aminek egyik megoldása lehet az okoshálózat öndiagnosztikai és öngyógyító tulajdonságának fejlesztése, vagy a kiberbiztonság kihívásainak való megfelelés.

A Smart Gridek jövője már most is látható a piaci szegmens fellendüléséből, a különböző elemzések, kutatások folyamatos növekedést mutatnak (Thirring, 2012).

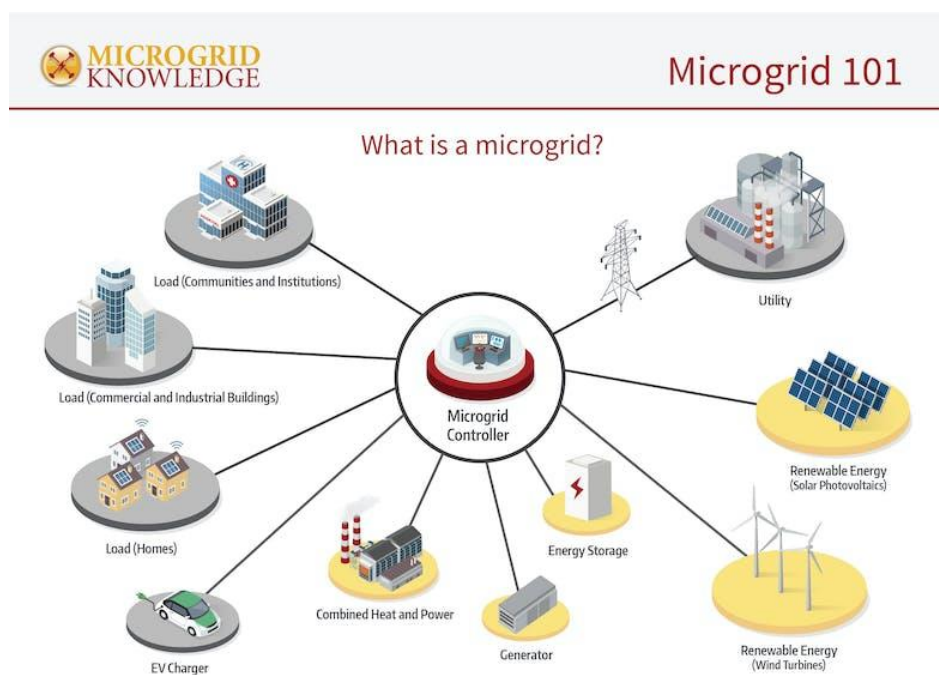
A www.marketsandmarkets.com elemzése azt is kiemeli, „hogy a Smart Gridek nem önálló fejlesztések, hanem szerves részét képezik az egyre több országban elinduló okosváros projekteknek, melyek a fenntarthatóságot az élet minden területére kiterjesztik.” (www.marketsandmarkets.com, 2021)

A 3. számú ábrán a Smart Grid rendszer egyik jellemző modellje látható a különböző kapcsolódó energia beviteli és energia felhasználói területek megjelenítésével.



3. számú ábra, Smart Grid rendszer (bit.ly/3GFD6cX)

A Smart Grid rendszerekben belül egy speciális hálózati megoldást nyújtanak a microgrid rendszerek, amelyet a 4. számú ábra mutat (SMART GRID, 2022).



4. számú ábra, Microgrid (<http://bit.ly/3Z84NSN>)

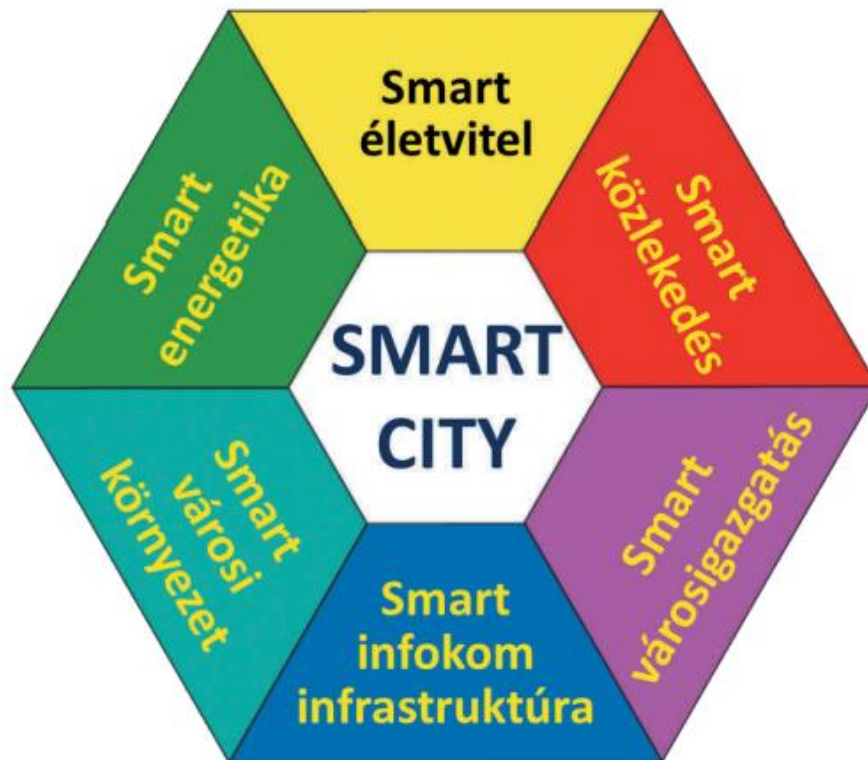
A napokban jelent meg a Kormány a háztartási méretű kiserőművek újra szabályozása mellett egy másik nagyon fontos szabályozási változás is. A Kormányrendelet 1.§-a zöld utat adott az ún. microgridnek, azaz a lokális, felhasználók által üzemeltetett villamosenergia-hálózatok létesítésének (Jogi Fórum, 2022). Ez azért jó hír, mert ez a megoldás kiválthatja a háztartási méretű kiserőművek hálózatba történő betáplálásának lehetőségének a megszűnése miatt kieső „energiatárolás lehetőségét” (a szaldós elszámolás miatt lényegében energiatárolóként használjuk a villamos hálózatot), ami mint már említésre került, már nem engedélyezett. A rendszer lényege az, hogy off grid, vagyis szigetüzemű, autonóm rendszerként működik. Egy központi menedzsment egységgel megoldott termelői, felhasználói, tároló és elosztó irányítása mellett működő egységekből felépülő rendszer. Az energiatermelő egységek lehetnek háztartási méretűek és kisebb ipari méretűek, attól függően, hogy a szigetüzemű hálózat mérete mekkora kapacitással rendelkezik. A microgrid rendszer nem táplál be a villamos hálózatba, zárt rendszerként működik, de elképzelhetőnek tartom, hogy hibrid rendszert alkotva működőképes lehet a Smart Grid rendszerekkel, bekapcsolódva az energiatároló rendszerükbe és az elosztó rendszerükbe. A felhasználási területük lehet például egy ipari, kereskedelmi, kulturális park, vagy akár egy kisebb lakóközösség is (Építőfórum, 2022).

3.3. Smart City jelentősége

A Smart City fogalma az alábbi kulcsterületeket foglalja magába:

- smart/okos városigazgatás,
- smart/okos városi környezet,
- smart/okos energetika,
- smart/okos közlekedés,
- smart/okos életvitel,
- smart/okos infokommunikációs infrastruktúra, mint az előző kulcsterületek közös technológiai háttere.

A Smart City alapkoncepciójának lényeges elemeit mutatja az alábbi területi kapcsolódási pontokat is jól szemléltető prizma alakú ábra.



5. számú ábra, Smart City prizma (bit.ly/3X49nQ5)

Az okos energetika kulcsterület támogatásához nagyon jól alkalmazható és beintegrálható a microgrid modell alapú megoldás.

3.4. Off grid rendszerek

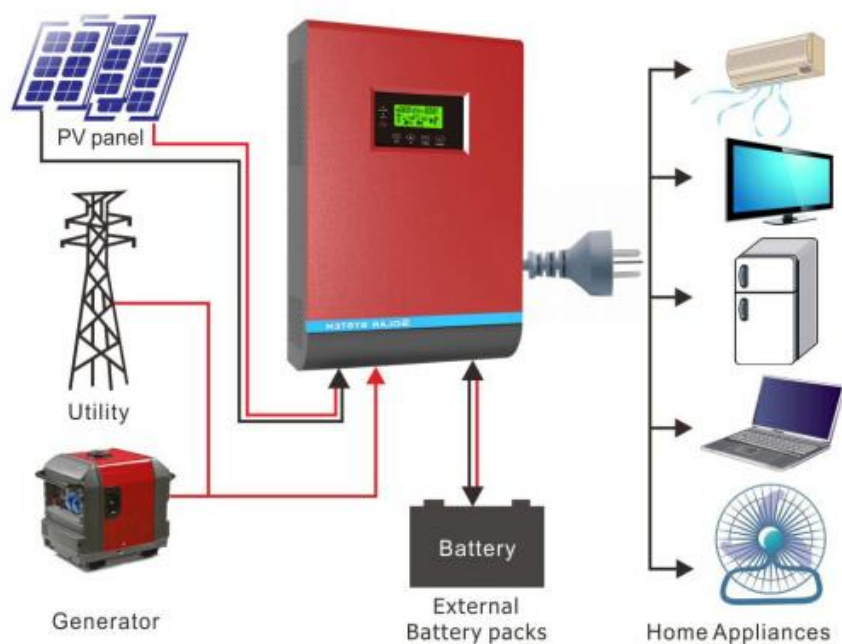
A szigetüzemű rendszerek hazánkban nem terjedtek el a költséges energiárólók miatt. Valószínű, hogy a hálózatba történő betáplálás megszüntetésével fellendül a kereslet irántuk. Ez abból is látszik, hogy megjelentek a különböző *szigetüzemű hibrid* megoldások is. A másik lényeges piaci szegmens, az akkumulátor kereskedelem szintén a piac bővülését jelentik. A szigetüzemű hibrid inverterek képesek többféle energiaforrásra csatlakozni, így kényelmes, intelligens módon biztosítják az otthonok energiaellátását. Beállítható a primer, szekunder és alapértelmezett energiaforrás, például alapértelmezett a napelem, mint energiaforrás. Ha kevés az energia, akkor akkumulátor a szekunder forrás, illetve amennyiben ott sem elegendő a forrás, akkor a hálózatról vételezi a szükséges energiamennyiséget.

A működése során a napelemek által termelt energiát a háztartásban működő berendezések használják fel, a maradék energiából tölti az akkumulátorokat, amit pedig sem a háztartás, sem az akkumulátorok nem használnak fel, az az energiamennyiség elveszik.

Előnyei, hogy nincs teljesítmény korlátja, mivel nem csatlakozik a villamos hálózatra és nincs szükség bonyolult engedélyeztetési folyamatra. Szemléltetve az engedélyeztetés bonyolultságát, mellékként egy komplex, hálózatra csatlakozó engedélyeztetési dokumentációt mutatok be.

Hátránya a most még költséges energiárólás, de látható a piac alkalmazkodása a kereslethez és a technológia fejlődése. Belátható időn belül hazánkban is ez a fajta napelemes rendszer lesz az elterjedtebb technológia.

A 6. számú ábrán a szigetüzemű hibrid rendszer látható. A nyilak az energiaáramlás irányát mutatják. A rendszer energiaforrásként tudja alkalmazni a napelemeket, a generátort, az akkumulátort, és amennyiben még szükség van energiára, akkor a villamos hálózatról tud energiát vételezni.



6. számú ábra, szigetüzemű hibrid rendszer (bit.ly/3GEc7hK)

3.5. Energiatárolók

A háztartási méretű napelemes rendszereknél is alkalmazható energiatárolók kapacitásában és árban is nagy intervallumban mozognak. Az olcsóbb kategóriát képviselő AGM savas vagy zselés akkumulátorok már megfizethető áron elérhetőek a piacon. Példaként, egy 12V feszültségű, 250Ah kapacitású AGM Solar típusú akkumulátort meglehetősen vásárolni akár 230 000 Ft-ért.

Az AGM akkumulátorokat az alábbi lényeges tulajdonságok jellemzik:

- rendkívül magas ciklikus élettartam,
- alacsony önkisülés,
- alacsony belső ellenállás,
- tárolási hőmérséklet széles tartományban -5 és +50 Celsius között

A következő példa egy másik kategóriát mutat be az energiatárolók közül, a SUNWAYS AKKUPAKK AKKUMULÁTOR 5KWH típust. Ez a tárolóeszköz már alkalmas egy átlagos családi ház energiaellátásának biztosítására és az ára 1 124 000 Ft.

Az akupakk tulajdonságai a kereskedő oldaláról idézve:

„

- Moduláris elrendezés
- LiFePO₄, kiváló biztonság
- Nulla hálózatra töltés
- Mindig szünetmentes kimenet, átkapcsolás kisebb mint 10ms.
- Magas feszültségű akkumulátor, max 57,6V modulonként
- Párhuzamos képesség a hálózaton belüli és a tartalék kimeneten egyaránt

”

3.6. Villamos energia elszámolási rendszere

A villamos energia elszámolása két féle módon történhet, az egyik és legjobban kihasználható, a szaldós elszámolás, amikor a fogyasztásmérőt évente egyszer olvassák le és a betáplált és fogyasztott energiamennyiségek különbsége jelenti az elszámolás alapját. A másik elszámolási mód, amit az EU-ban is alkalmaznak a piaci elszámolás. Ez módszer nem annyira kedvező a felhasználó számára, mert amikor sokat termel, akkor nagyon nyomott áron veszik át a betáplált teljesítményt, és a fogyasztásért pedig piaci árat kell fizetnie érte. Viszont a megtermelt és fel nem használt energia nem vész el ekkor sem, valamennyi jövedelem így is keletkezik belőle.

4. Szigetüzemű napelemes rendszer kialakításának szempontrendszere

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni egy szigetüzemű napelemes rendszer kiépítésének konkrét gyakorlati feladatait, feltételrendszerét, és mindazokat a tudnivalókat, amely a nem szakemberek számára is egy jó szakmai segédletet nyújthat.

4.1. Tervezés folyamata

Első és *legnehezebb tervezési lépés* a szükséges teljesítmény meghatározása. Amikor a felhasználó egy szakemberhez fordul, hogy szeretne egy napelemes rendszert, akkor a szakember a szükséges teljesítmény felől kezd el érdeklődni. A teljesítmény meghatározásakor érdemes szem előtt tartani a fejlesztési lehetőségeket is, vagyis a meglévő gépek, berendezések teljesítményén felül egy fejlesztendő teljesítményt is érdemes beszámolni, mint például a karbonmentes fűtési rendszer kiépítése vagy hőszivattyús rendszerek beruházása. A teljesítmény felmérésekor érdemes több csoportra bontani a berendezéseket mint például csak nappali működésűek (pl. tűzhely főzéskor), 24 órás működésűek (pl. hűtők), vagy csak este működő (pl. TV vagy világítás). Ezt a tervezési lépést lehet egy *iterációs lépésnek* is tekinteni, hiszen a későbbi tervezési lépések visszavezethetnek az első lépéshez is. Ha nem szigetüzemű rendszert terveznénk, akkor ebben a lépésben a villanyszámla egy jó kiindulási, fogyasztási adatot adna az induláshoz. A teljesítmény tervezésekor figyelembe kell venni az optimális nap által besugárzott *rendelkezésre álló felület* nagyságát is.

Ez a tervezési lépés az összes napelemes termelés teljesítményét határozza meg.

A *második* tervezési lépés annak az energiamennyiségnek a meghatározását próbálja kideríteni, hogy amikor a napelemek nem termelnek, éjszaka vagy nem napos időben, akkor mekkora teljesítményre lesz szükség. Ezután kerül meghatározásra az *akkumulátorok kapacitása*. A szakember feladata, hogy az akkumulátorokat méretezze a követelményekhez.

A *harmadik* és egyben a kardinális tervezési lépés a beruházás költségeinek meghatározása. Többnyire a szakember ad egy árajánlatot, vagy jobb esetben több árajánlatot.

A költségtervezés szempontjai a következők lehetnek:

- rendelkezésre álló, vagy tervezett maximális költségkeret
- jövőbeni fejlesztési lehetőségek (például akkumulátorok beruházása a későbbiekben)
- beszerzési ár optimalizálása, például olcsóbb berendezésekkel történő megvalósítás
- teljesítmény optimalizálása, például kisebb napelemes teljesítménnyel történő megvalósítás
- a megfelelő minőségű és márkájú berendezések kiválasztása

A költségtervezés folyamatában *iterációs* lépések ágyazódnak be az első, második és harmadik lépésekkel a felhasználó igényei szerint. Az árajánlat alapján dönthet úgy is a felhasználó, hogy más termék kategóriát választ ár vagy minőségi szempontok szerint. Az is lehetséges, hogy az árajánlati tartalom miatt módosítja a tervezett költségkeretet.

Amikor a szakember árajánlatot ad, akkor már a részletes beszerzési tervet is elkészítette, vagyis méretezte a napelem panelek paramétereit és az akkumulátorok kapacitását az inverterhez, valamint az inverter paramétereit pedig a beruházási igényeknek megfelelő teljesítményhez. Meghatározta a telepítéshez és beüzemeléshez szükséges eszközök és anyagok minőségét és méretezését, mint például a felhasználni kívánt kábelek mérete és minősége, az érvényben lévő szabványoknak megfelelően. Az árajánlat kiterjed a biztonsági berendezésekre, mint például a tűzvédelmi kapcsolóra, vagy a túlfeszültség levezetőkire. Ugyancsak tartalmazni kell az árajánlatnak napelem panelek felszereléséhez szükséges tartószerkezetet és rögzítő elemeket.

A megfelelő berendezések kiválasztása elsősorban a felhasználó felelőssége, nagymértékben függ a kiválasztott kivitelezőtől, hogy melyik kereskedelmi egységekkel áll kapcsolatban és melyik termék márkákat preferálja. A berendezések kiválasztásakor fontos szempont, hogy az adott termék márkának legyen magyarországi kereskedelmi képviselője vagy legalább a közösségi országok valamelyikében történjen a gyártása. A garanciális jogok érvényesítésében ez a szempont lényeges, mert a napelem panelekre általában 25 év garancia van, az inverterekre pedig 5 év, de további garancia évek vásárolhatók bizonyos gyártóknál. Érdemes a kiválasztott kivitelezőt ellenőrizni, erre a publikus cégalapok áttekintésével van lehetősége első körben a felhasználónak. Új vagy nemrég alakult kivitelező nem biztos megfelelő szakmai referenciákkal rendelkezik.

4.2. A beruházás megtérülésének tervezése

A beruházás megtérülésének kalkulációja nagyon sok külső körülménytől, például a gazdasági környezettől, vagy politikai tényezőktől függhet, így most ezeket figyelmen kívül hagyom, bár a lényeges paramétereket pont ezek a körülmények adják, de a dolgozat terjedelmi korlátai miatt most eltekintek ezektől, foglalkozunk inkább a tervezéssel befolyásolható megtérülési idővel.

Első paraméter a napelemek által megtermelt éves, átlagos teljesítmény. Ezt a mennyiséget úgy lehet kalkulálni, hogy a felszerelt napelem modulok összes teljesítménye megszorozva 1000 napsütéses órával (hazánkban ez a szám az alsó érték általában). Ha például 10db 405Wp teljesítményű napelemet szerelünk fel, ennek az éves energiahozama $10 \cdot 405\text{Wp} = 4,050\text{kWp}$, ezt 1000-el szorozva 4,05kWh teljesítmény lesz az éves hozama a rendszernek.

Második paramétert a tervezés során meghatározott nappali fogyasztók és az akkumulátorok töltésére fordított energia optimalizálására használjuk. A paramétert minél közelebb tudjuk vinni az első paraméterhez, a költséghatékonyság annál jobb lesz.

A *harmadik paraméter* az akkumulátorok kapacitása és az éjszaka (vagy nem napos időben) működő berendezések energiaigénye. Minél inkább elegendő az akkumulátorok kapacitása, annál költséghatékonyabb a beruházásunk.

A *negyedik paraméter*, a hálózatról vételezendő energiamennyiség tervezett mennyisége. Minél kisebb ez a paraméter érték, annál kedvezőbb a költséghatékonyság alakulása.

4.3. A beruházás, mint befektetés

Alternatív energia felhasználására törekvő beruházásaink hosszútávon megtérülő befektetéseknek tekinthetők. A befektetésünk megtérülési ideje függ a gazdasági környezettől, az energia árak alakulásától, a termelőberendezésünk hatékonyságától és a fenntartási költségeitől. A befektetés hozama részben a szükséges energiamennyiség megvásárlásának csökkenésében és részben az ingatlanunk energetikai minőségének javulásából eredő ingatlanérték emelkedésében jelenik meg. Tekintettel a jelenlegi energiaváltságra és az ebből eredő energiaárak növekedésére a megtérülési idő jelentősen lecsökkenhet.

Tovább csökkenthető a megtérülési idő a beruházásunk által termelt energia felhasználásának optimalizálásával az okosotthon megoldások alkalmazásával.

Nem elhanyagolható az a biztonságérzet, amit az energiaellátó rendszerektől való függetlenség nyújt. Az elhanyagolt villamos hálózatok karbantartása, fejlesztése miatt leállások várhatók a hálózatokban, amik napi több órás áramszünetet is jelenthetnek.

5. Következtetések, kitekintés

A magas költségek és hosszú megtérülési idő ellenére, az egyik legjobb befektetésnek tartom a megújuló energia háztartásokban történő felhasználását. A legjobban kihasználható megoldást jelenleg az előzetes szakmai kivitelezői tapasztalatom alapján a hibrid inverterrel és akkumulátorokkal megvalósított szigetüzemű napelemes rendszert tartom, mivel az elektromos áram felhasználhatósága szinte minden szükséges funkcióra felhasználható egy otthonban. Ezeknél a rendszereknél az akkumulátorok fenntarthatósága és beszerzési ára a jelenlegi visszatartó erő, de a technológiai fejlődés és a piac rugalmas jövőképe azt vetíti előre, hogy belátható időn belül a kereslet fellendül ezen a piaci szegmensen is. Véleményem szerint kisebb közösségeknek is megérné Smart Grid rendszerekben gondolkodniuk, hiszen nem csupán a városok juthatnak kedvező pályázati vagy kedvező hitel lehetőségekhez a megújuló energia felhasználás fejlesztésére. Ezen a téren még jócskán le van maradva hazánk a nemzetközi viszonylatban fejlesztésre szánt források tekintetében. Azt is elképzelhetőnek tartom, hogy a költségvetést tervezők nem tudják, vagy nem látják be ezeknek a kis közösségeknek az energiabiztonságának fejlesztésének a fontosságát. Városi viszonylatban is kevés olyan fejlesztés valósult meg, ami támogatja a megújuló energiák által okozott energiaellátási problémákra ad megoldást, itt a megvalósult Smart Grid beruházásokra gondolok. Az hogy a napokban a kormány megszüntette a HMKE hálózatba csatlakoztatás lehetőségét, pontosan ellenkező irányba mutató lépés, mint amely az EU, vagy más nemzetközi viszonylatban jellemző innovatív energetikai stratégia. Dolgozatomban szerettem volna egyfelől felhívni a figyelmet az Smart Grid rendszerek alkalmazásának fontosságára és gyakorlati példáira. Másfelől a munka eredményeképpen elkészített okos rendszerek bemutatásaként értelmezhető módszertani leírás jelentősen hozzájárulhat a lakossági otthonok villamosenergia modernizációjához, valamint a hatékony energiagazdálkodás megvalósításához. Tervezem a jövőben a szemléltető módszertani megoldások alkalmazását a műszaki segédanyagok készítéséhez, szimulációk, valóságos modellek, virtuális alkalmazások beépítésével.

6. Irodalomjegyzék

- Építőfórum - Mikrogrid rendszerek <https://www.maeponline.hu/mikrogrid-rendszerek/>
(2022.11.08)
- Geisler, Ken (2013). The Relationship Between Smart Grids and Smart Cities, IEEE SmartGrid Newsletter, May 2013, <http://smartgrid.ieee.org/resources?catid=0&id=223>
- Jogi Fórum <https://www.jogiforum.hu/hir/2022/11/03/szabad-a-mikrogrid-uj-energetikai-szabalyozas/> (2022.11.08)
- Okos Otthon, <https://wagnersolar.hu/okos-otthon/> (2022.10.14)
- Sallai Gyula (szerk.) (2018) Az okos város, Budapest, Dialóg Campus Kiadó
http://real.mtak.hu/88490/1/Web_PDF_Smart_City.pdf, (2022.11.08)
- Smart Grid Market <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-grid-market-208777577.html> (2022.11.04)
- SMART GRID rendszer kialakítása Békéscsabán <https://behir.hu/smart-grid-rendszer-kialakitasa-bekescsaban-i-utem-2021-november>, (2022.11.04)
- Sunways Energiatároló Akkupakk <https://www.extremesolar.hu/product/sunways-akkupakk-akkumulator-5kwh/> (2022.11.06)
- Thirring, Helga (2012). Miért olyan intelligens az intelligens hálózat?: A smart grid rendszer bevezetésének és működésének kérdései., BCE Gazdálkodástudományi Kar, Környezetgazdaságtani és Technológiai Tanszék.
- UP Series - Solar AGM TFS250-12 <https://www.onellato.com/spd/AQ-UP-TFS250-12/UP-Series-Solar-AGM-TFS250-12> (2022.11.06)

7. Ábrajegyzék

1. számú ábra: <https://digitrendi.hu/okos-otthon-az-utobbi-ket-ev-legjobb-mutatoit-produkalja-europa/> (2022.10.19)
2. számú ábra: <https://voltaconsolar.com/elios-3000w-solar-grid-tie-inverter.html> (2022.11.02)
3. számú ábra: <https://www.energy-storage.news/make-your-bess-ready-%E2%80%A8for-the-smart-grid/> (2022.11.08)
4. számú ábra: <https://www.microgridknowledge.com/about-icrogrids/article/11429017/what-is-a-microgrid> (2022.11.08)
5. számú ábra: http://real.mtak.hu/88490/1/Web_PDF_Smart_City.pdf (2022.11.08)
6. számú ábra: <https://www.mustsolar.com/py1800-off-grid-solar-inverter/> (2022.11.03)

8. Melléklet

CSATLAKOZÁSI DOKUMENTÁCIÓ

Előlap magánszemély rendszerhasználó esetén

Felhasználó és felhasználási hely adatai

Partnerszám:	1111111111 (vevőkód)
Felhasználási hely címe:	1205 Budapest XX, utca házszám
Felhasználási hely azonosító:	1220696656
Érintett elszámolási mérő gyári száma:	1101868361 (fogyasztásmérő azonosító)
Felhasználó neve:	Kiss Pista
Anyja neve:	Csóka Rozi
Születési hely, dátum:	
Személyi igazolvány szám:	
Felhasználó elérhetősége (tel./e-mail):	+36-11-499-9180/ kisspista@freemail.hu
Levelezési cím:	1205 Budapest XX, utca házszám
Felhasználási helyen rendelkezésre álló teljesítmény:	3x16A
Beépített termelői kapacitás:	8,2kW
Termelői kapacitás csatlakoztatása:	3 fázisú
Felhasználási helyen alkalmazott érintésvédelmi mód:	TN-C

Csatlakozási dokumentáció készítőjének adatai

Készítette:	Horváth József
Dátum:	2014.02.12
Elérhetőség:	+36-30 999-6698

Nyilatkozat

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

.....

Tervező

Regisztrációs kód vagy tervezői jogosultság

Ellátó hálózat:

A felhasználási hely jelenleg az ELMŰ Hálózati Elosztó Kft. 6200/10 1-es áramkör, Budapest XX.ker. Köteles utca 8 szám előtti transzformátor.

A telepített rendszer leírása:

A beruházó egy napelemes rendszer kivitelezését határozta el monokristályos napelem modulokból. Célja, a hagyományos energiahordozók részbeni kiváltása megújuló energiaforrással. A napelemes rendszer névleges villamos teljesítménye 8,2 kW.

A rendszer két fő részből áll, a napelem modulokból és az inverterből. A napelemek száma 27 db, egységteljesítményük 300W/db. A napelem modulok két körben, 14db és 13db egymással villamosan sorba vannak kötve. A napelemes modul névleges árama 9,42 A, amely rövidrezárt kivezetések esetén sem haladhatja meg a 10 A-t. Névleges feszültsége 32 VDC, üresjárási feszültség szintje 39,3 VDC. A napelem modulok soros kapcsolása esetén, az áramérték az egy modulra vonatkozó szinten marad, viszont a feszültségérték összeadódik a napelem modulok számától függően.

Ebben a kiépítésben A napelem körök kettő darab string-el kapcsolódnak az inverterhez.

A 14 napelemet tartalmazó kör esetében 9,42 A és 550 VDC üresjárási feszültség kapcsolódik az inverterre.

A 13 napelemet tartalmazó kör esetében 9,42 A és 511 VDC üresjárási feszültség kapcsolódik az inverterre.

A napelem modul teljes leírása, további villamos és mechanikai adatai a mellékletben található meg.

Az inverter 2 darab munkaponttal rendelkezik.

Az inverter bemeneti feszültségtartománya munkapontonként (MPP): 330 – 800 VDC, maximális bemenő árama az A string-en:15A, a B string-en 10A.

Látható, hogy az inverter a fent szereplő modulokból álló csoportokat fogadni képes.

Az inverter leírása:

Az inverter típusa SMA Tripower 8000TL-20. Ez a típusú inverter nem tartalmaz transzformátort. Az inverter a napelemek felől érkező egyenfeszültséget alakítja át 230V/50Hz-es váltakozó feszültséggé. A visszatáplált áram alakja teljesen szinuszos, nagyon alacsony harmonikus torzítással, a jelalakot egy mikroprocesszor szabályozza. Az inverter védelmi rendszere automatikusan leválaszt a hálózatról, ha hirtelen megnövekszik

az impedancia, vagy az AC oldali feszültségértékek kívül esnek a minimum és maximum értékeken, ha a frekvencia értékek kívül esnek a minimum és maximum értékeken, ha a DC oldali feszültség értékek kívül esnek az inverter munkapontjának minimum és maximum értékein. A leválasztás legkésőbb 20ms alatt megtörténik. A visszakapcsolás a hálózat normalizálódását követően 300 sec idő múlva történik meg. Az inverter a felhasználói hálózatra fixen beépített eszközökön keresztül csatlakozik. Az inverter rendelkezik a következő védelmekkel: rövidzárlat, túlterhelés, földzárlat, érintésvédelem, feszültség és frekvencia csökkenési és növekedési védelem, túlfeszültség, egyenáram védelem.

A hálózati visszahatások tekintetében az MSZ EN50160 előírásainak megfelel. A hálózatba táplált áram maximális felharmonikus tartalma $THDi < 3\%$. Az inverter integrált DC oldali leválasztó kapcsolóval ellátva.

Inverter főbb műszaki adatai:

SMA Sunny Tripower 8000TL - 20	Értékek
Max. AC Teljesítmény	8.000 W
Max. DC Teljesítmény	8.200 W
Max. DC Feszültség	1000 V
Max. DC Áram A/B	15/10 A
MPP Feszültség tartomány	330 - 800 V
Induló Feszültség	188 V
Max. Hatásfok	98.1 %
EU Hatásfok	97.5 %
MPP trackerek száma	2
Fázisok száma	3
monitoring	igen

VÉDELMI BEÁLLÍTÁSI ÉRTÉKEK

Megnevezés	Mértékegység	Tartomány		Beállított értékek
		-tól:	-ig:	
UDC start	V	188		188
UDC stop	V		800	800
T _{start}	s	5	1600	10
UAC min	V	160		210
	s	0	10	10
UAC max	V		280	230
	s	0	60	10
f _{AC} min	Hz	44	60	49
	s	0	30	0,5
f _{AC} max	Hz	50	65	50
	s	0	90	0,5
df _{AC}	Hz/s	0	10	10
	s	0	10	10
Z _{AC} max	mΩ			Nem alkalmazható
	s			Nem alkalmazható
dZ _{AC}	mΩ/s			Nem alkalmazható
	s			Nem alkalmazható

Az termelő egység túlfeszültség és túl áram védelme:

A termelő egység DC oldali túlfeszültség védelme mindkét kör esetében DC 600V-os túlfeszültség levezetővel kerül telepítésre, mely mindkét póluson keletkező DC 600V-nál magasabb feszültséget a földelési csomóponttra vezeti.

A termelőegység DC oldali áramvédelmét C60H-DC típusú 2 pólusú kismegszakító biztosítja, 10 A / 600VDC paraméterekkel. A DC oldali védelmi eszközök az inverter alatt, falra szerelve kerülnek telepítésre.

Az AC oldali áramvédelmet C16 típusú 4 pólusú (3 fázis és N) kismegszakító biztosítja . Az AC oldali védelem a mérőszekrényben kerül kiépítésre.

A mérőrendszer, mérőhely kialakítása::

A hálózatra adott, illetve a hálózathálból vételezett villamos energiát a csatlakozási ponton külön-külön kell megmérni, elszámolását pedig az elszámolási időszakokra számított szaldóképzéssel kell megvalósítani. Az elszámolás (szaldó-képzés) a csatlakozási pontonra vonatkozó, felhasználóként alkalmazott elszámolási időszak alapján fog történni. A csatlakozási ponton rendelkezésre álló teljesítmény a 3x16 A-t nem haladja meg, jogszabályi előírás alapján a kétirányú mérőberendezés felszerelése az elosztó hálózati engedélyes feladata. Lekötött teljesítményben változás nem történik, a mérőberendezés a meglévő készülék helyére kerül felszerelésre, mérőszekrény cserére nem kerül sor.

A termelőegység üzeme:

A napelemes rendszer automatikus működésű, külső beavatkozást nem igényel. Üzemideje erős fény, ill. a napsütéssel esik egybe, ami átlagosan napi 6-12 óra üzemidőt jelent. Az inverter a hálózatra automatikusan kapcsolódik, amikor a napelemek termelnek, és leválik a hálózatról, amikor a fényenergia elégtelen mértékűvé válik. Az inverter a csatlakozási pontra előírt szolgáltatói feltételeket kielégíti.

Figyelmeztető táblák, feliratok:

A fogyasztói főelosztó mellé szerelt kismegszakító (inverter AC betáp) mellé az alábbi tábla kerül felszerelésre:

Méret: 100mm x 200mm

Szín: sárga alapon fekete betűk

A tábla szövege:

Vigyázz, többirányú betáplálás!

Kiss Pista, Budapest XX.ker. utca házszám

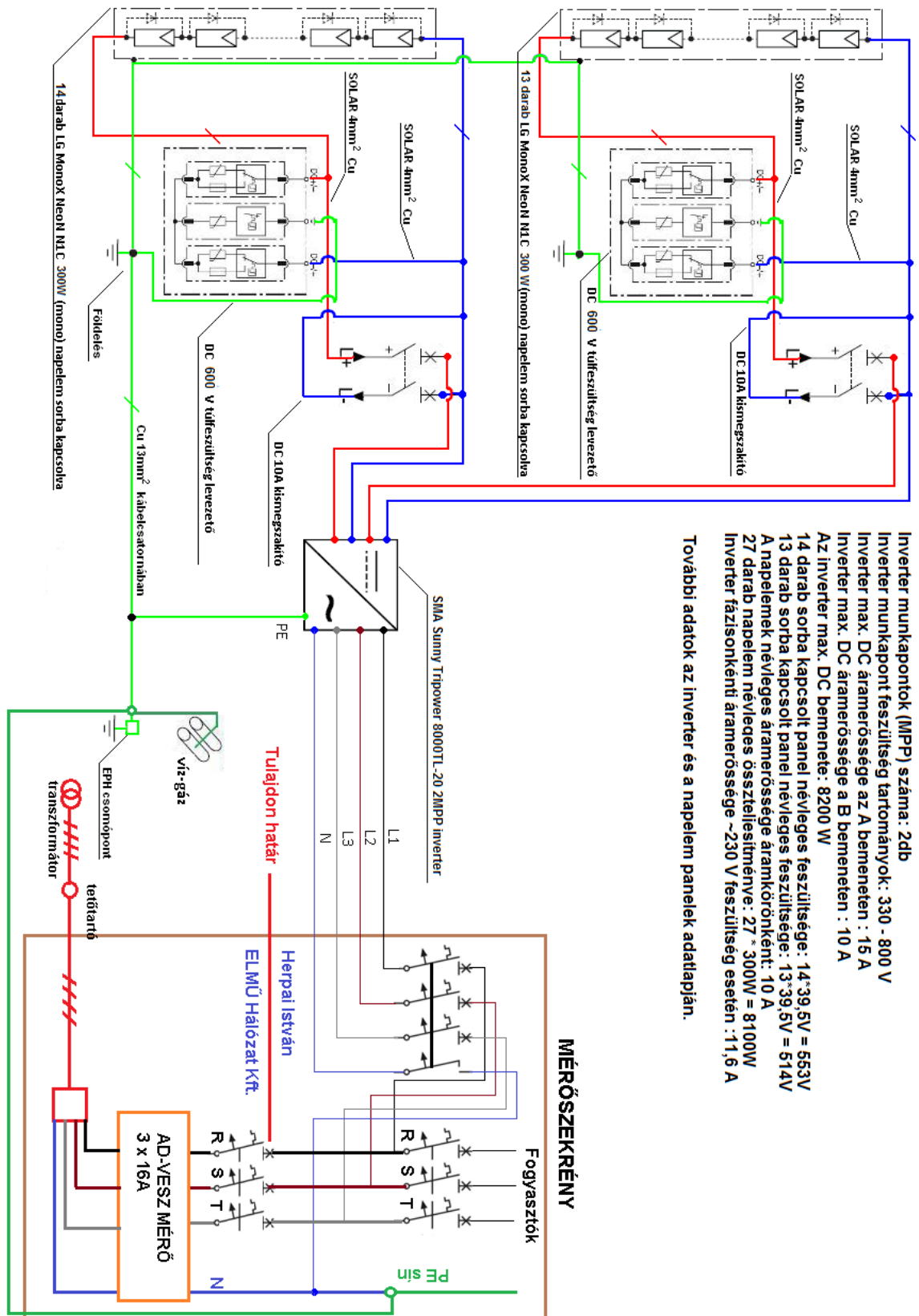
A tábla elhelyezése:

A betáplálás veszélyére figyelmeztető táblákat a mérőkészülék csere során a mérőhelyre, és a 6200/10 1-es áramkör, Budapest XX.ker. Köteles utca8 előtti transzformátor kisfeszültségű elosztójába kell felszereltetni.

A tervdokumentáció mellékletei

1. sz. melléklet: Vonalas rajz
2. sz. melléklet: Helyszín rajz, a tulajdonhatárok jelölésével
3. sz. melléklet: Inverter adatlap
4. sz. melléklet: Napelem panel adatlap
5. sz. melléklet: Térkép
6. sz. melléklet: Mérőhely
7. sz. melléklet: Tulajdoni lap
8. sz. melléklet: Termelői nyilatkozat
9. sz. melléklet: Hálózathasználati szerződés

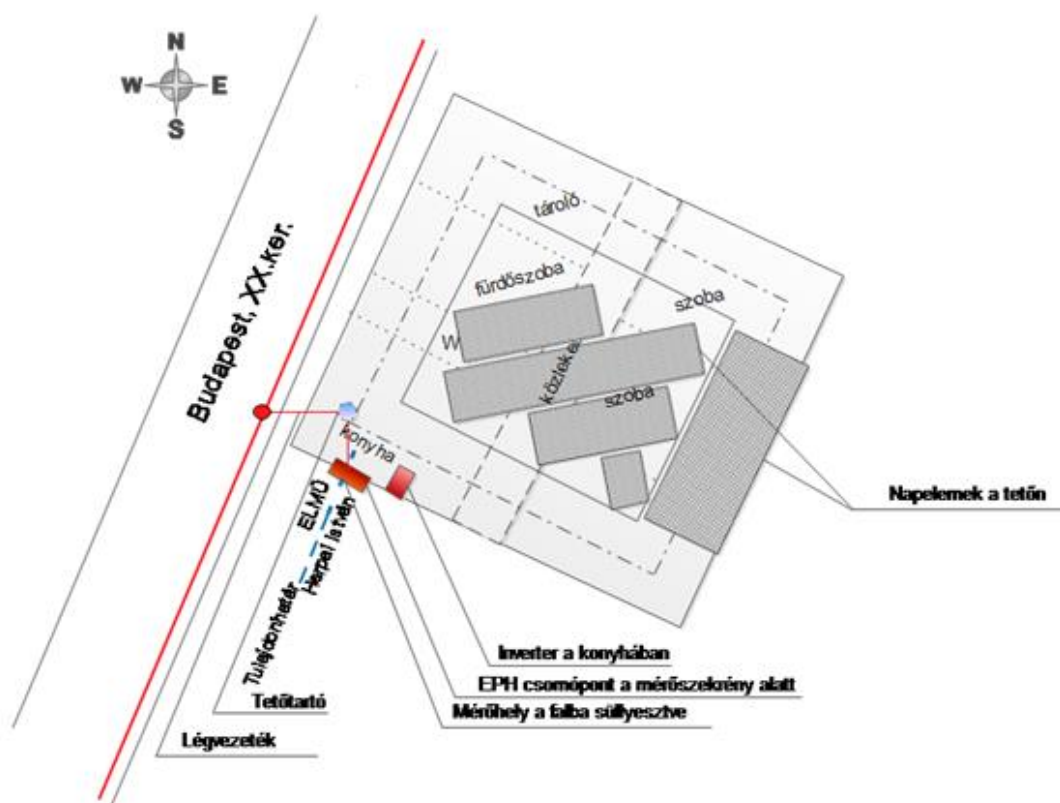
VONALAS RAJZ



Inverter munkapontok (MP) száma: 2db
 Inverter munkapont feszültség tartományok: 330 - 800 V
 Inverter max. DC áramerőssége az A bemeneten : 15 A
 Inverter max. DC áramerőssége a B bemeneten : 10 A
 Az inverter max. DC bemenete: 8200 W
 14 darab sorba kapcsolt panel névleges feszültsége: 14*39,5V = 553V
 13 darab sorba kapcsolt panel névleges feszültsége: 13*39,5V = 514V
 A napelemek névleges áramerőssége áramkörönként: 10 A
 27 darab napelem névleges összfeszültség: 27 * 300W = 8100W
 Inverter fázisonkénti áramerőssége ~230 V feszültség esetén : 11,6 A

További adatok az inverter és a napelem panelek adatai alapján.

HMKE helyszínrajz
Budapest XX.ker
hrsz.:



12.1.2 Sunny Tripower 8000TL / 9000TL

DC Input

	STP 8000TL-20	STP 9000TL-20
Maximum DC power at $\cos \varphi = 1$	8,200 W	9,225 W
Maximum input voltage	1,000 V	1,000 V
MPP voltage range	330 V to 800 V	370 V to 800 V
Rated input voltage	580 V	580 V
Minimum input voltage	150 V	150 V
Initial input voltage	188 V	188 V
Maximum input current, input A	15 A	15 A
Maximum input current, input B	10 A	10 A
Maximum input current per string, input A *	15 A	15 A
Maximum input current per string, input B *	10 A	10 A
Maximum short-circuit current, input A	22.5 A	22.5 A
Maximum short-circuit current, input B	15 A	15 A
Number of independent MPP inputs	2	2
Strings per MPP input	2	2

* Maximum permitted current allowed through one DC connector.

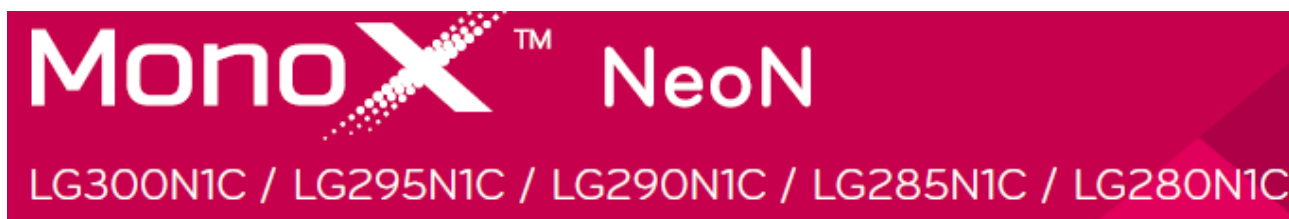
AC Output

	STP 8000TL-20	STP 9000TL-20
Rated power at 230 V, 50 Hz	8,000 W	9,000 W
Maximum apparent AC power at $\cos \phi = 1$	8,000 VA	9,000 VA
Rated grid voltage	~ 3/N/PE, 230 V / 400 V	~ 3/N/PE, 230 V / 400 V
AC voltage range *	160 V to 280 V	160 V to 280 V
Nominal AC current at 220 V	11.6 A	13.1 A
Nominal AC current at 230 V	11.6 A	13.1 A
Nominal AC current at 240 V	11.1 A	12.5 A
Maximum output current	11.6 A	13.1 A
Total harmonic distortion of the output current with total harmonic distortion of the AC voltage < 2%, and AC power > 50% of the rated power	≤ 3%	≤ 3%
Maximum output current under fault conditions	20 A	22 A
Rated power frequency	50 Hz	50 Hz
AC power frequency *	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Operating range at AC power frequency 50 Hz	45.5 Hz to 54.5 Hz	45.5 Hz to 54.5 Hz
Operating range at AC power frequency 60 Hz	55.5 Hz to 64.5 Hz	55.5 Hz to 64.5 Hz
Displacement power factor $\cos \phi$, adjustable	0.8 underexcited to 1 to 0.8 overexcited	0.8 underexcited to 1 to 0.8 overexcited
Feed-in phases	3	3
Connection phases	3	3
Overvoltage category in accordance with IEC 60664-1	III	III

* depending on the configured country data set

4. sz. melléklet

Napelem panel adatlap



Electrical Properties (STC*)

	300 W	295 W	290 W	285 W	280 W
MPP voltage (Vmpp)	32.0	31.9	31.8	31.6	31.5
MPP current (Impp)	9.42	9.30	9.19	9.09	8.97
Open circuit voltage (Voc)	39.5	39.3	39.2	39.0	38.9
Short circuit current (Isc)	10.0	9.91	9.80	9.68	9.56
Module efficiency (%)	18.3	18.0	17.7	17.4	17.1
Operating temperature (°C)	-40 ~ +90				
Maximum system voltage (V)	600(UL), 1000(IEC)				
Maximum series fuse rating (A)	15				
Power tolerance (%)	0 ~ +3				

* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000 W/m², module temperature 25 °C, AM 1.5

* The nameplate power output is measured and determined by LG Electronics at its sole and absolute discretion.

Electrical Properties (NOCT*)

	300 W	295 W	290 W	285 W	280 W
Maximum power (Pmpp)	220	216	213	210	206
MPP voltage (Vmpp)	29.3	29.2	29.1	28.9	28.8
MPP current (Impp)	7.51	7.42	7.33	7.25	7.15
Open circuit voltage (Voc)	36.5	36.3	36.2	36.0	35.9
Short circuit current (Isc)	8.08	7.98	7.89	7.80	7.70
Efficiency reduction (from 1000 W/m ² to 200 W/m ²)	< 4.5 %				

* NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, wind speed 1 m/s

5. sz. melléklet

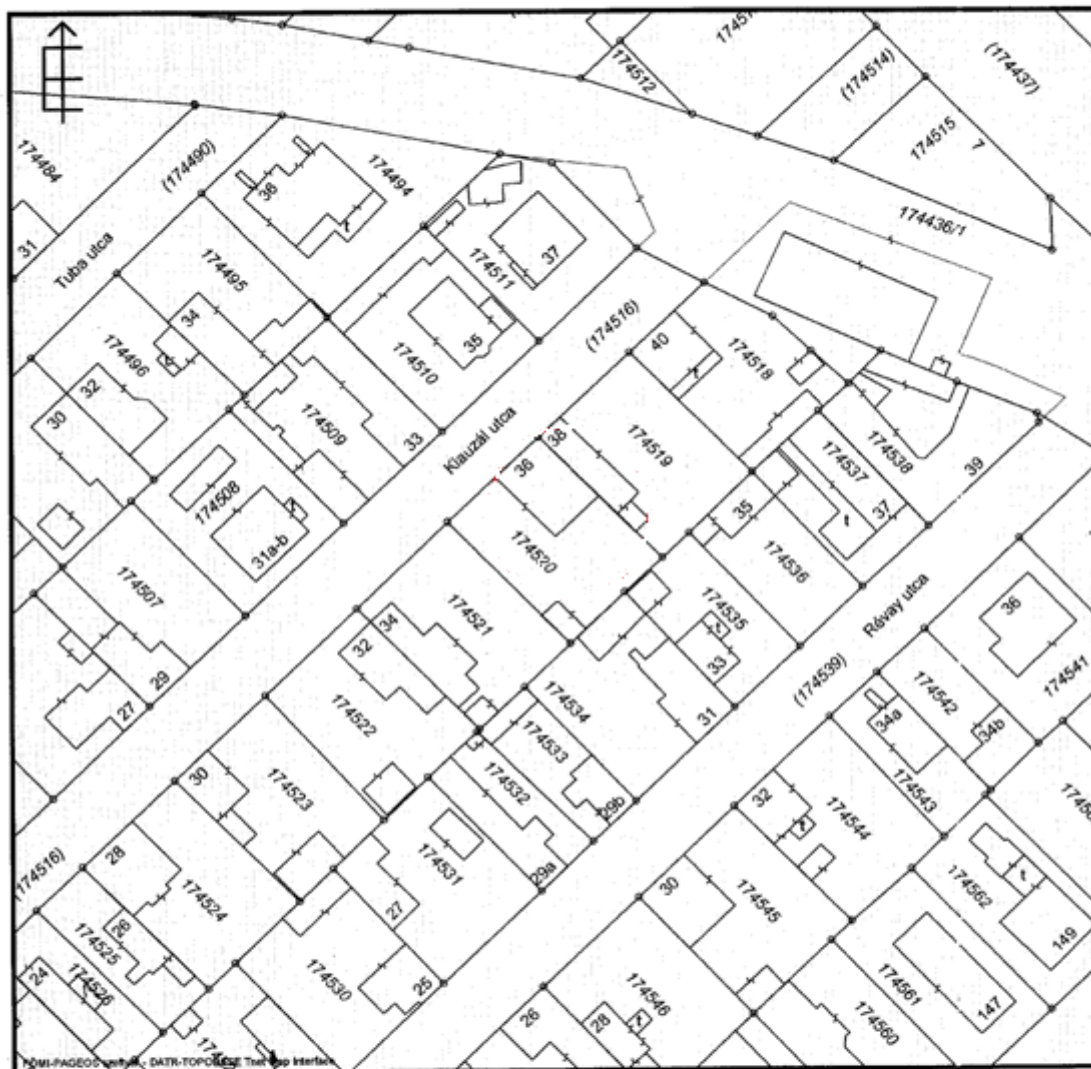
Budapesti 1. Számú Földhivatal
Budapest, XI., Budafoki út 59. 1519 Pf. : 415.

Térképmásolat

Helyrajzi szám: BUDAPEST XX.KER. belterület

Megrendelés szám:

Méretarány: 1 : 1000



2014.01.17 09:37:26



6. sz. melléklet

Régi rendszerű elektromos mérőhely

