



MISKOLCI EGYETEM

GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

FIZIKAI ÉS ELEKTROTECHNIKAI INTÉZET

ELEKTROTECHNIKAI ÉS ELEKTRONIKAI

INTÉZETI TANSZÉK

SZIGETÜZEMŰ NAPELEMES ELEKTROMOS JÁRMŰTÖLTŐ ÁLLOMÁS TERVEZÉSE

SZAKDOLGOZAT

KÉSZÍTETTE

Rácz Andor

W22CYN

TERVEZÉSVEZETŐ

Dr. Olajos Péter

egyetemi docens

Miskolc, 2023

Miskolci Egyetem
**Napelemeserőmű- és napkollektor-
létesítő szakmérnök**
szakirányú továbbképzési szak



**Gépészmérnöki és Informatikai
Kar**
Fizikai és Elektrotechnikai Intézet
Szám: 2022-FEI-NES-W22CYN

SZAKDOLGOZAT FELADAT

Rácz Andor
Neptun kód: W22CYN
Napelemeserőmű- és napkollektor-létesítő szakmérnök jelölt részére

A tervezés tárgyköre: *tervezés*

A feladat címe: **SZIGETÜZEMŰ NAPELEMES ELEKTROMOS
JÁRMŰTÖLTŐ ÁLLOMÁS TERVEZÉSE**

A feladat részletezése:

1. Mutassa be az elektromos járművek töltésére szolgáló berendezéseket!
2. Végezzen vezetékmeretezési feladatot napelemes elektromos autótöltő rendszerre vonatkozóan!
3. Részletesen ismertesse a védelmi rendszert, valamint a tartószerkezetet!
4. Térjen ki a gazdaságossági kérdésekre is és számításokkal támassza alá állításait!

Tervezésvezető: **Dr. Olajos Péter**, egyetemi docens

Konzulens: **Dr. habil. Bodnár István**, egyetemi docens

A diplomamunka kiadásának időpontja: 2023. március 5.

A diplomamunka beadásának határideje: 2023. május 19.

Miskolc, 2023. március 5.

Dr. Kovács Endre
egyetemi docens
intézetigazgató

1. A szakdolgozat módosítása: szükséges (a módosítást külön lap tartalmazza)
nem szükséges

Miskolc,

tervezésvezető aláírása

2. A tervezést ellenőriztem: (1)

(2)

(3)

(4)

tervezésvezető aláírása

3. A szakdolgozat beadható

nem adható be

Miskolc,

konzulens aláírása

tervezésvezető aláírása

4. A szakdolgozat

..... szövegoldalt,

..... db rajzot,

..... egyéb mellékletet tartalmaz.

5. A szakdolgozat bírálatra bocsátható

nem bocsátható

A bíráló neve:

Miskolc,

intézetigazgató aláírása

6. Osztályzat: a bíráló javaslata:

a tanszék javaslata:

a Záróvizsga Bizottság döntése:

Miskolc,

a Záróvizsga Bizottság elnökének aláírása

EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott **Rácz Andor Tibor** (Neptun kód: W22CYN) a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős **Napelemeserőmű- és napkollektor-létesítő szakmérnök** szakirányú továbbképzési szakos hallgatója ezzel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy a

SZIGETÜZEMŰ NAPELEMES ELEKTROMOS JÁRMŰTÖLTŐ ÁLLOMÁS TERVEZÉSE

című szakdolgozatom saját, önálló munkám; az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a forráskezelés szabályi szerint történt.

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szószerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén a szakdolgozat visszavonásra kerül.

Miskolc, 2023. Június 5

hallgató neve

Tartalomjegyzék

2.	Bevezető.....	2
3.	Elektromos Autózás.....	3
4.	Elektromos járművek napelemes töltése.....	4
4.1.	Autóhasználat.....	4
4.2.	Járművek fogyasztása, a tárolt energiamennyiség meghatározása.....	5
4.3.	Napelem teljesítmény (Wp) meghatározása:	6
4.4.	Az akkumulátor kiválasztása	12
4.5.	Az inverter kiválasztása	15
4.6.	PV string meghatározása.....	16
4.7.	Terhelés-átkapcsoló szükségessége	17
5.	Védelem és vezetékméretezés.....	18
5.1.	A szolár kábel árama	20
5.2.	Az akkumulátor kábel árama:.....	20
5.3.	Az fogyasztó (járműtöltő berendezés) kábel árama:	21
5.4.	További AC oldali védelmek	21
5.5.	További DC oldali védelmek	22
5.6.	Villámvédelem.....	22
6.	Tartószerkezet.....	22
6.1.	Járműtöltő kiválasztása:	24
7.	Költségszámítás	25
7.1.	Végleges költségterv	25
7.2.	Elérhető éves nyereség	29
7.3.	Egyszerűsített megtérülési idő	30
7.3.1.	5kWh-s rendszer megtérülési ideje:.....	30
7.3.2.	10kWh-s rendszer megtérülési ideje:.....	31
7.3.3.	15kWh-s rendszer megtérülési ideje:.....	31
7.4.	A szigetüzemű rendszer hatékonyságának további növelése.....	31
8.	Összefoglalás	31
9.	Irodalomjegyzék	32
10.	Mellékletek.....	33

2. Bevezető

Az Európai Unió klímacéljának elérése érdekében a kontinens széndioxidkibocsátását drasztikusan kell csökkenteni. Ezen célok elérésének érdekében egyre inkább a megújuló energiákra kell támaszkodni, melyek közül a legkönnyebben hasznosítható a napenergia. A napenergia mindenki számára elérhető, viszonylag könnyen villamos energiává alakítható, de rendelkezésre állása erősen időjárásfüggő. A napenergiával olcsón előállított villamos energia viszont a fogyasztói szokásoktól eltérő időben és mennyiségben áll rendelkezésre időjárás függősége miatt. Felhasználásának elterjedését szélesebb körben az említett fogyasztási szokásoktól eltérő időbeni és mennyiségbeni rendelkezésre állás kiküszöbölésével is lehet segíteni.

A villamos energia közvetlen eltárolására jelenlegi ismereteink szerint nem áll rendelkezésre megfelelő technológia. Az elektromos hálózat is a termelés és a fogyasztói felhasználás egyensúlyára való törekvés alapján működik. Habár a villamos energiát közvetlen nem tudjuk raktározni, a villamos energiát átalakítva egyéb energiává már raktározhatóvá válik, melyet később a fogyasztási igény fellépésekkor ismételten villamos energiává alakítva felhasználható. A tárolt energia különböző formában lehet. Helyzeti, kémiai, mozgási vagy akár a hőenergia is mind tárolható. A tárolás és oda-vissza átalakítás természetesen energiavesztéssel jár, így a tárolás hatásfoka soha sem lehet 100%-os.

Az energiatárolásnál ezért a legfontosabb szempont a tárolási eljárás hatékonysága, de ugyanúgy meghatározó tényezők az ár, a helyigény, a tárolás időtartama, a környezet és persze a környezetvédelem is. Az energiatárolási formák közül az egyik legjobb hatásfokú és leguniverzálisabb forma a kémiai akkumulátoros energiatárolás. Az utóbbi évtizedekben mint a napelem fejlesztés is, az akkumulátorok is rohamos fejlődésen estek át. Ezen fejlődésnek köszönhetően terjednek el az egyre jobb hatásfokú és a mennyiségi termelésnek köszönhetően egyre olcsóbb akkumulátorok. Az olcsó és jó minőségű akkumulátorok elterjedése lehetőséget teremtett az elektromos járműmeghajtás térhódítására és további felhasználásra is, mint a megfizethető háztartási villamos energia tárolás, de az ipari méretű hálózatkiegyenlítő megoldások is egyre gyakrabban használják ezt az új akkumulátortechnológiát.

Személyesen mindig is törekedtem a környezet megóvására a civilizáció nyújtotta kényelem használata mellett. Hiszem, hogy a technológia hamarosan eléri azt a szintet, amikor lemondások nélkül lehet élvezni a civilizációs előnyöket a környezetünk elpusztítása

nélkül. A zero széndioxid kibocsátás egy fontos állomás a végső cél eléréséhez, melyben a karbonsemleges közlekedés és energiatermelés kulcskérdés. A mai technológiák lehetővé teszik, hogy a szemléletváltás útjára lépünk a fosszilis energiahordozók fokozatos elhagyásával és a technológiák további fejlesztése az akkorra már megszokott elektromos autózást ténylegesen klímasemlegessé teheti.

Hogy célunkat elérhessük, minden lehetőséget meg kell adni a fogyasztóknak, hogy minél kevesebb kompromisszum mellett tudjanak áttérni környezetbarátabb megoldásokra. Ennek egyik eszköze lehet a Napelemes Elektromos Autótöltő Állomás.

[1,2]

3. Elektromos Autózás

Az elmúlt évekhez hasonlóan várhatóan 2023-ban is új rekordot érnek el az elektromos járművek globális értékesítései, de az előrejelzések szerint a növekedés lassulására lehet számítani. A nehézségek ellenére az elektromos járművek piacának kilátásai hosszabb távon fényesek. Ez elsősorban az egyre erőteljesebb klíma- és levegőminőség-védelmi célú szabályozásoknak (a villanyautók terjedése javítja a helyi levegőminőséget is), a technológia fejlődésének, valamint annak köszönhető, hogy az elektromos autók egyre inkább divatba jönnek nem csak a klímaügy iránt erősen elkötelezett vásárlók körében. Nem egy elektromos modell esetében a fogadtatás és a kereslet jócskán felülmúlja a gyártói várakozásokat. A kereslet olyan erőteljes, hogy a kínálat nem mindig képes tartani vele a lépést. Így az elektromos járművek jelenleg mintegy 27 millió darabos globális állománya 2023 végére meghaladhatja a 40 milliót, ami még mindig csak hozzávetőleg 3 százaléka a világ teljes járműflottájának, de a 2020. év végi kevesebb mint 1 százalékos részesedéshez képest így is hatalmas ugrást takar.

Az egyre növekvő elektromos autók megfelelő töltéséről is gondoskodni kell. A töltőhálózat kiépítése költséges és időigényes feladat. A végpontok kialakítása és hálózatbővítések megvalósítása hónapokat vagy akár éveket is igénybe vehet. Az otthoni környezetben szintén hálózatkapacitási problémák lehetnek, így sok helyen hálózatbővítés nélkül nem lehet megoldani biztonságosan az otthoni járműtöltést. Az energiaelosztási problémákon túl a háztartásokban jelentkező többlet energiaszámla sokakat napelem telepítésre ösztönözhet, de a szaldó elszámolás kivezetése miatt és a jelenlegi napelemstop

feloldásáig a meglévő és leendő elektromos autó tulajdonosoknak egyéb megoldásokhoz kellene fordulnia.

A szigetüzemű napelemes töltőállomás jó alternatíva lehet ezekre a problémákra.

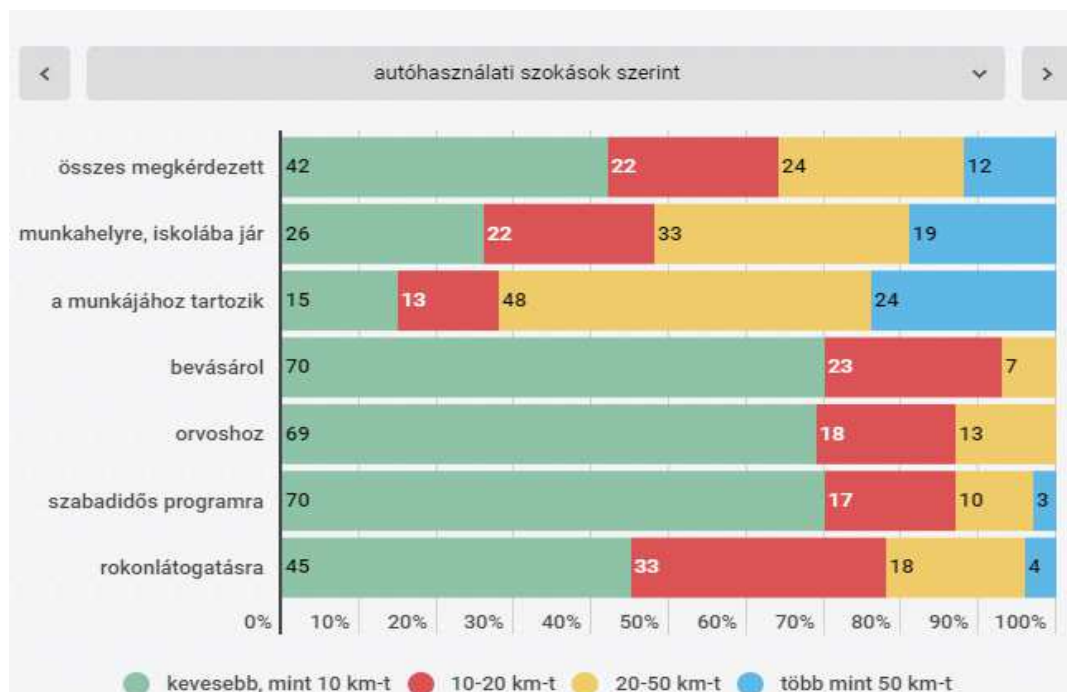
[2]

4. Elektromos járművek napelemes töltése

Az elektromos járművek napelemes töltése a karbonsemleges törekvések kézenfekvő megoldása, de a megfelelő méretezéshez figyelembe kell venni a felhasználók autóhasználati szokásait, a napelem által termelhető energiamennyiséget és az elektromos jármű fogyasztását is.

4.1. Autóhasználat

2021-es felmérés szerint Magyarországon a legtöbben, a legalább havi gyakoriságú autóhasználatók 42 százaléka átlagosan kevesebb mint 10 kilométert tesz meg naponta gépkocsival. Közel minden negyedik autóvezető 10-20, illetve 20-50 km-t közlekedik autóval naponta, 12 százalék pedig 50 km-nél is többet tesz meg.



1. ábra

napi autóhasználati szokások Magyarországon 2021-ben

A fentiek alapján napi töltéssel 50km-es fogyasztás az autóhasználók 85%-ának elegendő lenne. Ugyanakkor a fogyasztás és ráfordítás optimalizálását elsősorban a nagyobb fogyasztók tervezik. A méretezésnél ezeket az információkat figyelembe kell venni.

A megtett km mellett fontos feltételezés, hogy a munkába járók már csak a délutáni/esti órákban érnek haza, ahol feltölthetik gépjárműveiket.

4.2. Járművek fogyasztása, a tárolt energiamennyiség meghatározása

Mivel nem csak egyetlen modellre tervezünk, illetve sorozatgyártás esetén érdemes a forgalomban lévő járművek lehetőleg minél nagyobb számára megadni a töltőállomás kapacitását km-ben. A teljesség igénye nélkül néhány népszerű modell fogyasztása:

1. táblázat: elektromos autók fogyasztása

Modell	Fogyasztás kWh/100 km (ADAC-mérés)	Gyári adat kWh/100 km (NEDC-ciklus)	Gyári adat kWh/100 km (WLTP-ciklus)
Hyundai Ioniq Electric	16,3	nincs adat	13,8
VW e-Up	16,7	nincs adat	14,5
Seat Mii Electric	17,3	nincs adat	14,9
Mini Cooper SE	17,6	14,8	16,8
BMW i3 (120 Ah)	17,9	13,1	15,3
Kia e-Niro (64 kWh)	18,1	nincs adat	15,9
Smart Forfour EQ	18,4	nincs adat	15,9
Peugeot e-208 GT	18,7	nincs adat	17,6
Kia e-Soul (64 kWh)	18,8	nincs adat	15,7
Renault Zoe R135 ZE 50	19	nincs adat	17,7
VW ID3 Pro Performance	19,3	14,5	16,1
Hyundai Kona Electric (64 kWh)	19,5	14,3	15
Tesla Model 3 Standard Range Plus	19,5	nincs adat	14,3
Opel Ampera-e	19,7	14,5	nincs adat
Peugeot e-2008 GT	20,2	nincs adat	17,8
Renault Zoe (41 kWh)	20,3	13,3	nincs adat
DS3 Crossback E-Tense	20,5	18,3	nincs adat
Tesla Model 3 Long Range AWD	20,9	nincs adat	16
Nissan Leaf (40 kWh)	22,1	15,2	20,6
Nissan Leaf e+ (62 kWh)	22,7	nincs adat	18,5
Porsche Taycan 4S Pro Performance	23,6	nincs adat	26,2
Tesla Model X 100D	24	20,8	nincs adat
Audi E-tron Sportback 55 Quattro	24,4	nincs adat	23,7
Audi E-tron 55 Quattro	25,8	nincs adat	23
Jaguar i-Pace EV400 S AWD	27,6	nincs adat	22
Mercedes-Benz EQC 400 AMG Line	27,6	nincs adat	22,6
Nissan e-NV200 Evalia (40 kWh)	28,1	nincs adat	25,9

A táblázatból látható, hogy mint a belső égésű járműveknél, az elektromos járműveknél is igen eltérő lehet a fogyasztás 16 ... 30kWh között 100 kilométerenként. Napi 50km-es használatnál számolva a szükséges tárolt energia 8...15kWh.

Vegyük figyelembe, hogy a gépkocsitároló korlátozott hellyel rendelkezik, ezért minél kisebb fizikai méretű gondozásmentes akkumulátorra lesz szükségünk. Ennek a feltételnek a modern Lithium akkumulátorok fellenek meg. A névleges teljesítmény 80%-át tervezzük használni az akkumulátoroknak, ezért a szükséges névleges tárolókapacitás $\frac{8}{0,8} = 10kWh \dots \frac{15}{0,8} = 18,75kWh$.

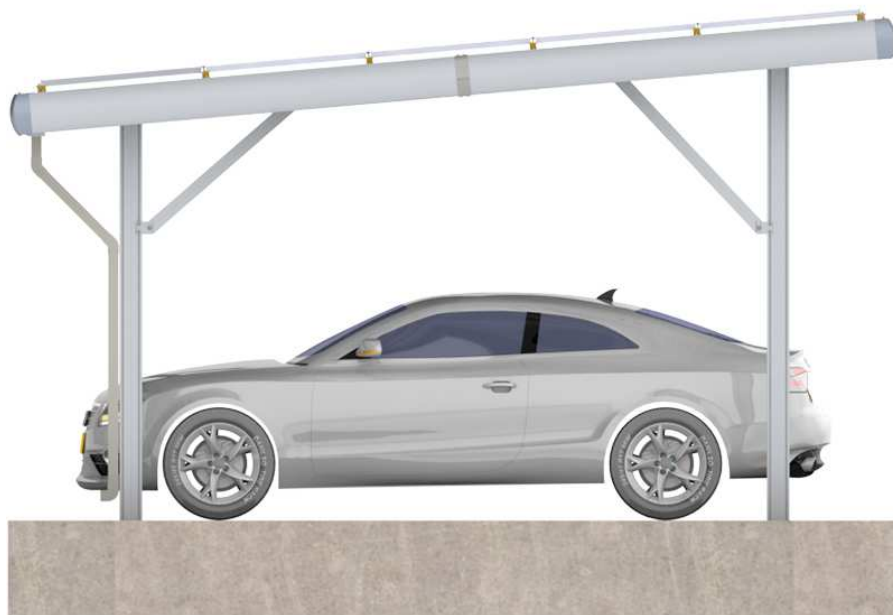
Több gyártó is kínál háztartási méretű akkumulátorokat, melyek jellemző tárolókapacitásai 5kWh-s modulokból épülnek fel, így **10...15...20kWh-s** akkumulátorokkal lehet számolni.

[3]

4.3. Napelem teljesítmény (Wp) meghatározása:

Egy gépkocsibeállónál korlátozott hellyel tudunk gazdálkodni, feltételezzük, hogy napelemet a töltőállomás kiszolgálására máshol elhelyezni nem tudunk. A rendelkezésre álló felületen a maximális lehetséges teljesítményre van szükségünk a kalkulációhoz.

Egy átlagos gépkocsibeálló a=2,5...3,5m széles és b=5,5...6,5m hosszú. A tető (jelen esetben a napelem) lejtése és tájolása nem ideális, hanem a gépkocsibeálló helyzetéhez igazodik, a szokásos lejtése hosszirányú lejtés esetén 5...15° , oldalirányú lejtés esetén 10...20°.



2. ábra

Gépkocsibeálló hosszanti lejtéssel (unisolar.com)

Hosszirányban lejtetett gépkocsibeálló további előnye lehet, hogy közvetlen egymás mellett több is elhelyezhető egymás árnyékolása nélkül, ezért számításaimban ezt az elrendezést részesítem előnyben. A rendelkezésre álló felület:

$$A = a \times b' = a \times \left(\frac{b}{\cos(10^\circ)} \right).$$

A rendelkezésre álló felület fix, ezért méret optimalizált napelem rendszerre van szükség. Cél a tetőfelület teljes befedése napelemekkel a rendelkezésre álló panelekből.

Egy kínai minősített gyártó két tipikus méretű paneli:

- 1. típusú panel:

BSM360-60HPH (1. számú melléklet) méretei: 1775mm x 1038mm

A gépkocsibeálló tetőpanel mérete:

$$a \cong 3m \cong n \times 1775 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 2 \rightarrow a = 3575mm$$

vagy

$$a \cong 3m \cong n \times 1038 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 3 \rightarrow a = 3164mm$$

A 3164mm számunkra sokkal kedvezőbb, ezért:

$$b' \cong 6m \cong n \times 1775 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 3 \rightarrow b' = 5375mm$$

vagy

$$b' \cong 6m \cong n \times 1775 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 4 \rightarrow b' = 7175mm$$

- 2. típusú panel:

BSM540M10-72HPH (2. számú melléklet) méretei 2279mm x 1134mm

A gépkocsibeálló tetőpanel mérete:

$$a \cong 3m \cong n \times 2279 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 2 \rightarrow a = 4583mm$$

vagy

$$a \cong 3m \cong n \times 1134 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 3 \rightarrow a = 3452mm$$

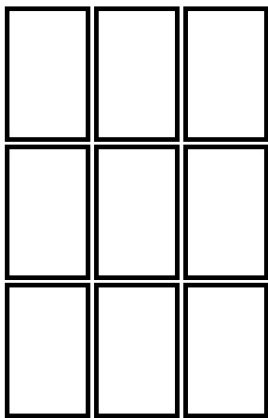
A 3452mm számunkra sokkal kedvezőbb, ezért:

$$b' \cong 6m \cong n \times 2279 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 3 \rightarrow b' = 6887mm$$

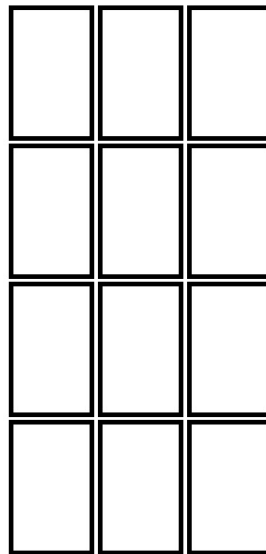
vagy

$$b' \cong 6m \cong n \times 2279 + (n - 1) \times 25 \rightarrow n = 2 \rightarrow b' = 4583mm$$

Az 1. típusú panel által adott méretek egy tipikus gépkocsibeálló méreteihez közelebb vannak, illetve az „a” méret általában kötöttebb a telepítés helyén ezért a tetőpanelek mérete 3164mm x 5375mm; 3 x 3 = 9db panelből áll, vagy 3164mm x 7175mm; 3 x 4 = 12db panelből áll.



4. ábra: 9 paneles elrendezés



3. ábra: 12 paneles elrendezés

$$, Wp_9 = 9 \times 360Wp = 3\,240Wp$$

$$Wp_{12} = 12 \times 360Wp = 4\,320Wp$$

A 10° dőlésszögű elrendezés miatt a napelemeken ~15% hozamvesztés várható

A sziget üzemű rendszer akkumulátor/napelem arányának méretezéséhez a saját 2022-es napelem termelési adataimat vettem alapul. (több nem áll rendelkezésre) Bár a 2022-es év a szokásosnál szárazabb, ezáltal naposabb év volt. Az adatokon az évszakos tendencia jól követhető és megfigyelhetők a hónapon belüli ingadozások is. Szigetüzemű rendszereknél kritikusnak mondható téli hónapok adatai viszont átlagosnak tekinthetők, sőt a csapadékosabb november és december hónapokban az átlagosnál több felhő volt az égbolton, ezért a napelem termelése is kisebb. Összeségében az eredményeket megfelelő közelítésnek fogadom el.

A rendszer alapadatai

$W_p = 4,7\text{kWp}$

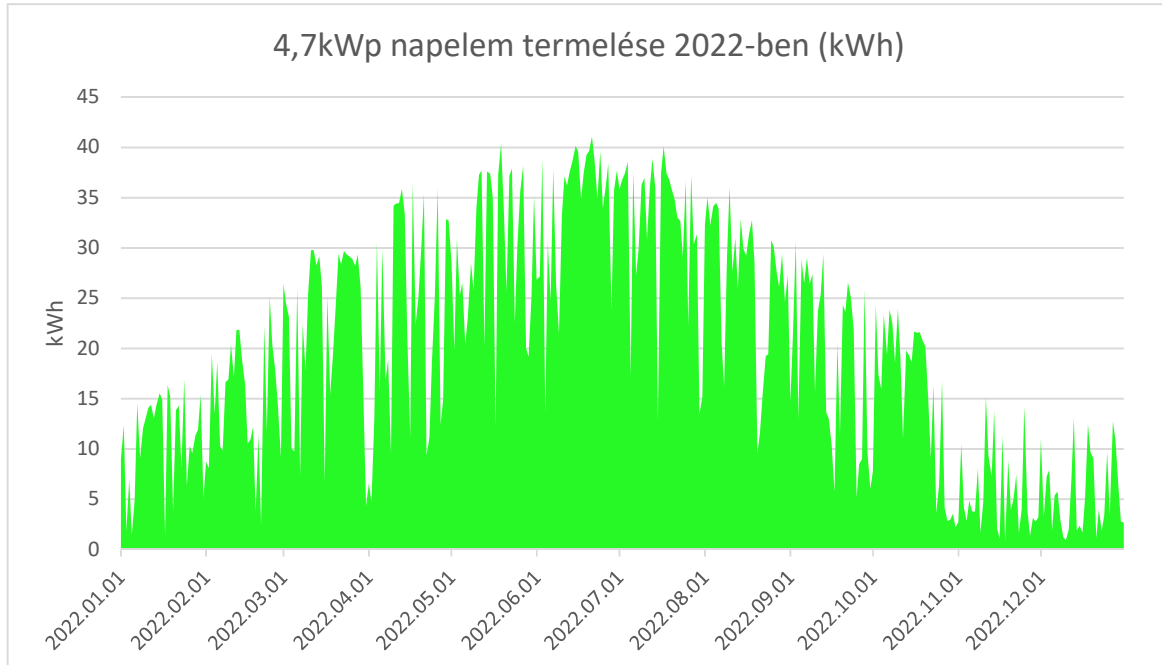
tájolás : -60°

tető dőlésszöge: 30°

Hozamvesztés $\sim 5\%$

Lokáció: Magyarország, Csömör

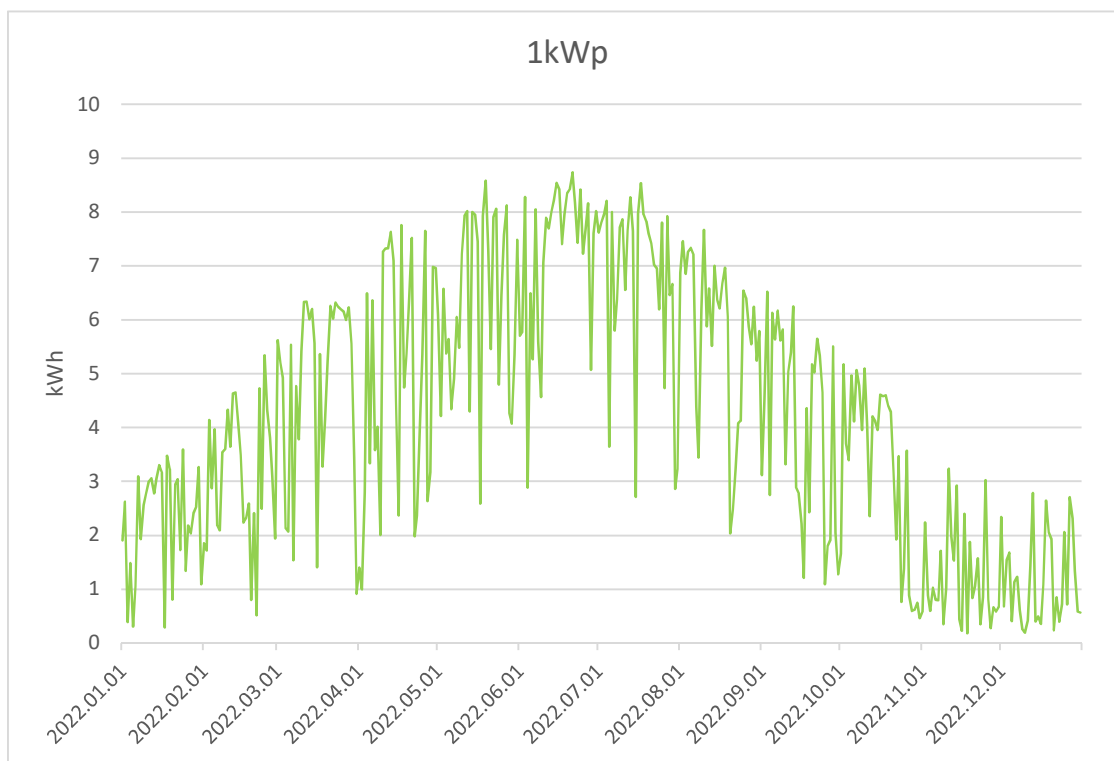
A napi termelési adatok:



5. ábra

4,7kWp napelem napi termelési adatai 2022-ben

1kWp-ra vetített napi termelési adatok:



6. ábra

1kWp teljesítményre vetített napi termelési adatok 2022-ben

3 különböző kapacitású akkumulátorhoz (5/10/15kWh) keressük a megfelelő napelem méretet, mellyel lehető legtöbb alkalommal fel tudjuk tölteni az akkumulátorok 10-90%közötti tartományát, hiszen feltételezzük, hogy minden nap a járművet az esti órákban 50km-es futásteljesítmény után feltöltjük. Az akkumulátoros ciklus hatékonyságát 96%-osnak veszem a katalógusadatok alapján.

A szükséges termelés különböző akkumulátorokra:

$$5kWh \rightarrow \frac{5kWh * 0,8}{0,96} = 4,17kWh$$

$$10kWh \rightarrow \frac{10kWh * 0,8}{0,96} = 8,33kWh$$

$$15kWh \rightarrow \frac{15kWh * 0,8}{0,96} = 12,5kWh$$

Számunkra fontos érték, hogy egy évben hány napon tudjuk feltölteni a járművet hálózati táplálás nélkül. Az 5 kWh-s akkumulátor számunkra 10-90% közötti tartományát

	100%	75%	50%	<50%
2kWp	273	24	19	49
3kWp	304	12	18	31
4kWp	316	14	15	20

7. ábra

éven belüli napok száma az akkumulátorba visszatáplált 4kWh célenergia függvényében

használva 4kWh energiát tudunk hasznosítani. Az alábbi táblázat megmutatja, hogy ezt a 4kWh energiát egy évben mennyi napon tudjuk 100%-ban, minimum 75%-ban illetve minimum 50%-ban visszatölteni különböző névleges teljesítményű napelemekkel.

Az előző logikát követve hasonlóképpen 10kWh-s akkumulátor számunkra 8kWh hasznos energiát tárol.

	100%	75%	50%	<50%
2kWp	183	42	48	92
3kWp	241	32	31	61
4kWp	273	24	19	49
5kWp	295	13	17	40
6kWp	304	12	18	31

8. ábra

éven belüli napok száma az akkumulátorba visszatáplált 8kWh célenergia függvényében

Valamint a 15kWh-s akkumulátor számunkra 12kWh hasznos energiát tárol.

	100%	75%	50%	<50%
2kWp	95	68	62	140
3kWp	183	42	48	92
4kWp	225	38	34	68
5kWp	254	35	19	57
6kWp	273	24	19	49
7kWp	291	15	14	45

9. ábra

éven belüli napok száma az akkumulátorba visszatáplált 12kWh célenergia függvényében

A gépkocsibeálló korlátozott mérete miatt a korábbi számításokban

$$Wp_9 = 9 \times 360Wp = 3\,240Wp$$

és

$$Wp_{12} = 12 \times 360Wp = 4\,320Wp$$

teljesítményű lehetséges napelemeket határoztam meg 15%-os hozamveszteséggel. A referenciaadatok egy 5%-os hozamveszteségű napelem adatai, így a gépkocsibeállókárára további 10% hozamveszteséggel számolhatunk.

A 9 paneles megoldás így jó közelítéssel $Wp'_9 = 3\,kWp$ -nak felel meg, míg a 12 paneles elosztásnál $Wp'_{12} = 4\,kWp$.

5kWh-s akkumulátorhoz $Wp'_9=3kWp$ elegendő, mert bővítés jelentős többletet nem eredményez.

10kWh-s és 15 kWh-s akkumulátorokhoz $Wp'_{12}=4kWp$ elrendezést használjuk, mert 10kWh-s-hoz további bővítés úgysem nyújt jelentős többletet, 15kWh-s akkumulátorhoz pedig nem is tudunk nagyobb napelemet telepíteni.

4.4. Az akkumulátor kiválasztása

Jelenleg több gyártó kínál otthoni célra akkumulátor rendszereket hasonló paraméterekkel.

Az általam választott modellel eddigi tapasztalataim jók, ár/érték aránya szerintem kitűnő.

A GSL Energynek 3 különböző kapacitású akkumulátora fali kivitelben kis helyet foglal és jó paraméterekkel rendelkezik.

2. táblázat: GSL energiatárolók paramétereit

MODEL NO		GSL051100A-B-	GSL051200A-B-	GSL051280A-B-
Battery Chemistry		LiFePO4	LiFePO4	LiFePO4
Capacity (Ah)		100	200	280
Scalability		Max.16pcs in parallel (81.92kWh)	Max.16pcs in parallel (162kWh)	Max.16pcs in parallel (229kWh)
Nominal Voltage (V)		51.2	51.2	51.2
Operating Voltage(V)		46-56	46-56	46-56
Energy (kWh)		5.12	10.24	14.34
Usable Energy (kWh)		4.61	9.22	12.91
Charge/Discharge Current (A)	Recommen	50	100	100
	Max.	100	150	150
	Peak(2mins,25 °C)	120	200	200
Other Parameter				
Recommend Depth of Discharge		90%	90%	90%
Dimension (W/H/D,mm)		480*615*160	720*550*200	900*675*200
Weight Approximate (kg)		62.50	102.50	128.50
Master LED Indicator		4 LED	4 LED	4 LED
		2 LED (working, alarming, protecting)	2 LED (working, alarming, protecting)	2 LED (working, alarming, protecting)
IP Rating of Enclosur		IP20	IP20	IP20
Working Temperature		Charge:0°C~55°C Discharge: -20°C~55°C	Charge:0°C~55°C Discharge: -20°C~55°C	Charge:0°C~55°C Discharge: -20°C~55°C
Storage Temperature		-20°C~55°C	-20°C~55°C	-20°C~55°C
Humidity		5%~95%	5%~95%	5%~95%
Altitude		≤2000m	≤2000m	≤2000m
Cycle Life (25±2°C,0.5C/0.5C,80%EOL)		≥6500	≥6500	≥8500
Installation		Wallmounted	Wallmounted	Wallmounted
Communication Port		CAN2.0, RS485	CAN2.0, RS485	CAN2.0, RS485
Warranty Period ^[3]		15 years	15 years	15 years
Life Cycle Power During Warranty Period		22.42MWh@80% EOL	44.84MWh@80% EOL	64.80MWh@80% EOL
Certification		CB-IEC62619, CE-EMC, MSDS, UN38.3	CB-IEC62619, CE-EMC, MSDS, UN38.3	UL1973, UL9540A, CB-IEC62619, CE-

Ennek a modellnek és minden hasonló LFP akkumulátor rendszernek közös hátránya, hogy -10 vagy -20 ~ 55°C közötti hőmérsékleti tartományban működnek üzemszerűen. Sőt az akkumulátorok töltése csak 0 °C felett lehetséges. Mivel a gépjármű

tároló kültéri elhelyezésű, az akkumulátort fagymentes helyiségben kell elhelyezni, vagy kültéri szekrényben, melynek fűtéséről külön gondoskodni kell.

Lehetséges fűtés:



10. ábra

Tracon FE45 fűtőegység elosztószekrényhez
(shop.traconelectric.com)

<https://shop.traconelectric.com/product/FE45/Futoegyseg-elosztoszekrenyhez--sinre-pattinthato-45W--120-250V-ACDC--max3-5A>

hozzá kapcsolódó termosztát:



11. ábra

Tracon THMS-01 termosztát
(shop.traconelectric.com)

<https://shop.traconelectric.com/product/THMS01/Termosztat-homerseklet-szabalyozok-futoegyseghez-1NC--10A--250V-AC>

A fűtés a téli időszakban további veszteséget eredményez. Például 72 órás napelem termelés nélküli időszakban $72h \times 45W = 3,24kWh$ lenne hálózati táplálással, de lehűlt

akkumulátor esetében akár egy nagyobb (100W) fűtőteljesítménnyel a napelem termelésének indulásakor a termelt energia az akkumulátor töltése helyett egy ideig a fűtésre fordítódik és a töltés csak később indul el. Ezzel a fűtési veszteséggel most nem számolok. Termék megvalósulása esetén részletesebb számítás és tesztelés szükséges.

A nyári felmelegedéstől is óvni kell, mindenképpen árnyékos, naptól védett helyen kell elhelyezni.

4.5. Az inverter kiválasztása

A kiválasztás főbb feltételei:

- Az akkumulátor üzemi feszültsége 46-56V, mindenképp olyan hibrid inverterre van szükség, mely ezen a feszültségtartományban (LV) képes az akkumulátort kezelni.
- Napelem teljesítményünk 3kWp illetve 4kWp.
- Bár jelenleg szigetüzemű rendszerre tervezek, érdemes engedélyes hibrid invertert használni, így biztosítható a rendszer energiaellátása napsütésmentes időszakokban is.
- Járműtöltés során az akkumulátorban tárolt energiát a járműbe kell tölteni. A töltésre legalább 4 óra rendelkezésre áll feltételezésem szerint, azért a 12kWh teljesítményt is elegendő 3kW teljesítménnyel átadni, ezt a teljesítményt a járművek szinte 100%-a egy fázisú táplálással is tudja fogadni.

3kWp rendszerhez a **Growatt SPH3600 1 fázisú** inverterét választottam, mely modell szerepel az akkumulátor kompatibilitási listáján is.



*12. ábra: Growatt SPH3600 Hybrid Inverter
(growatt.hu)*

https://new.eu-solar.hu/index.php?route=product/product&manufacturer_id=11&product_id=10408&page=6

A 4kWp rendszerhez a **DEYE SUN-5K-SG04LP3-EU 3 fázisú** inverterét választom, mely egy az akkumulátor ajánlott inverterei közül, gyakorlatilag saját gyártói inverternek tekinthető.



*13. ábra: DEYE SUN-5K-SG04LP3-EU inverter
(deye.com)*

<https://solar.hu/termek/deye-sun-5k-sg04lp3-eu-inverter/>

4.6. PV string meghatározása

A panelek 9 és 12 db elrendezésénél is egy síkban vannak, érdemes őket egy stringben kezelni. A választott BSM360M-60HPH típusú 9db illetve 12db panel egy stringbe fűzése esetén az üresjárási és névleges feszültség valamint a zárlati áram:

$$U_{ü9} = 9 \times 40,7V = 366,3V; U_{n9} = 9 \times 34,3V = 308,7V$$

$$I_{z9} = 11,15A$$

$$U_{ü12} = 12 \times 40,7V = 488,4V; U_{n12} = 12 \times 34,3V = 411,6V$$

$$I_{z12} = 11,15A$$

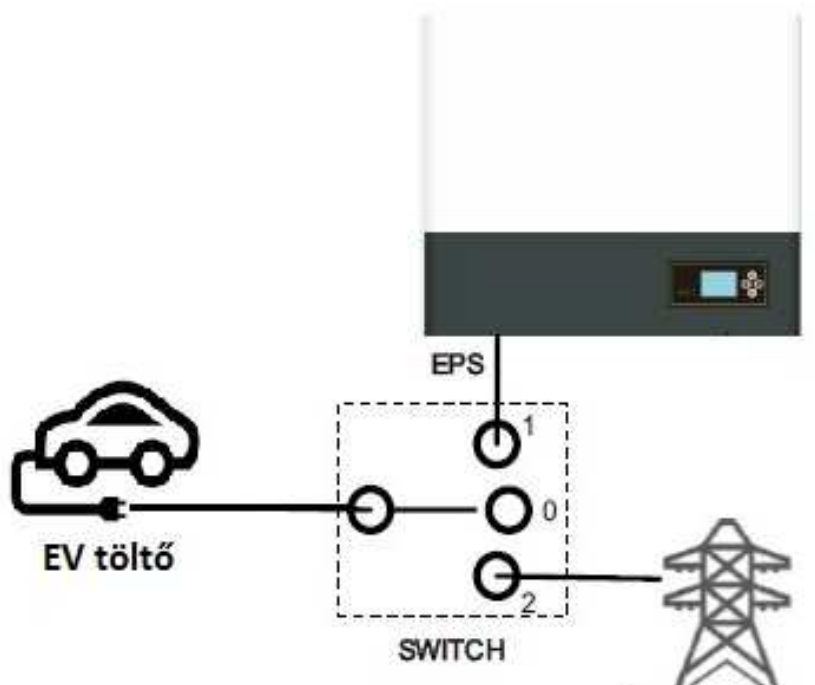
Growatt SPH3600 inverter munkaponti feszültségtartománya 120V ~ 550V, a string feszültségértékei tartományon belül vannak.

DEYE SUN-5K-SG04LP3-EU inverter munkaponti feszültségtartománya 200V ~ 650V, a string feszültségértékei tartományon belül vannak.

4.7. Terhelés-átkapcsoló szükségessége

Az inverterek alkalmasak visszavált védelem kialakítására, ezért visszatáplálás mentesített PV rendszerként is üzembe helyezhető, mely áramszolgáltatói jóváhagyást igényel. További előnye, hogy az akkumulátorba be nem tárolt és járműbe nem töltött napelemek által termelt energiát a háztartás fogyasztása erejéig használhatja a termelési időszak alatt.

Szigetüzem esetén áramszolgáltatói jóváhagyás nem szükséges, de amennyiben ugyanarról a töltőről nem csak akkumulátorról szeretnénk a járművet tölteni, inverter vezérelt terhelés-átkapcsoló szükséges.



14. ábra

terhelés-átkapcsoló bekötése (growatt manual)

Az optimálisabb megoldás a hibrid üzemmód lenne. Terhelés-átkapcsolóból érdemes automata vezérlésűt választani, mely lemerült akkumulátor esetén a hálózatra kapcsolja töltőberendezést, hogy a járművünk termelés mentes időszakban is feltöltésre kerüljön.

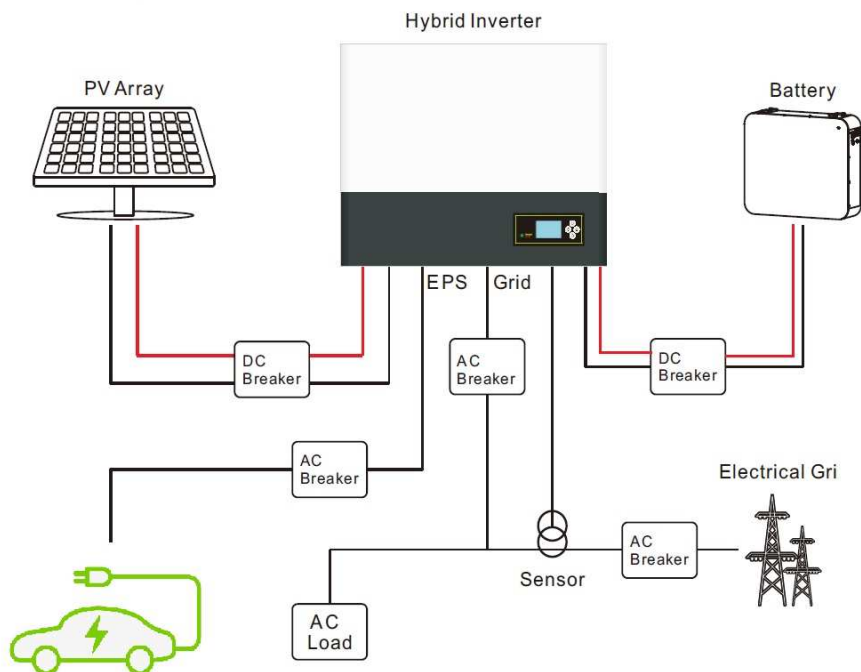
<https://doverkft.hu/termek/intelligent-ats-16a-automata-atkapcsolo-allomas/?v=b7b82d2dc218>

https://www.fruugo.hu/4p-63a-380v-mcb-tipusu-kettos-tapellatasu-automatikus-atviteli-kapcsolo-ats/p-128808602-270684389?language=hu&ac=KelkooCSS&gclid=Cj0KCQjw7PCjBhDwARIsANo7Cgm7krriXVUdKUFsNSG9uBBsZpcnGAiROnJPiJFfFW4riT7nb0S3aewaAtCrEALw_wcB

Az átkapcsolók minőségellenőrzését és szabványi megfelelőségét ellenőrizni kell!

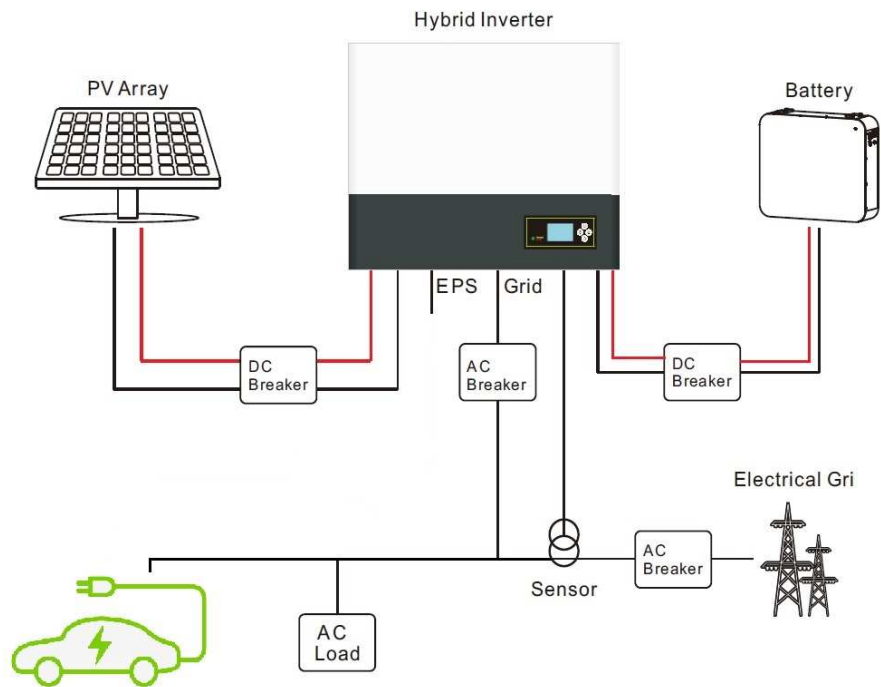
5. Védelem és vezetékméretezés

A rendszer blokkvázlata:



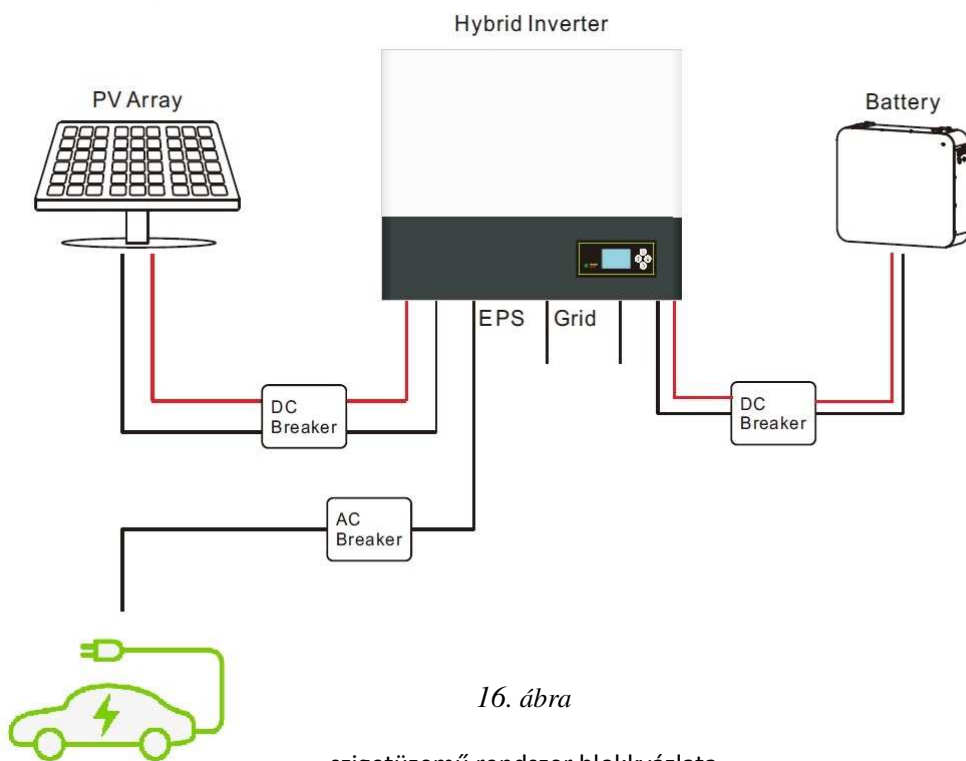
15. ábra

hibrid PV rendszer blokkvázlata (growatt manual)



17. ábra

visszatáplálás mentesített PV rendszer blokkvázlata



16. ábra

szigetüzemű rendszer blokkvázlata

A hibrid üzem hazánkban még nem engedélyezett, ezért a fogyasztókat vagy csak az EPS kimenetre szigetüzemben lehet kötni, vagy a Grid kimenetre visszatáplálás mentesített PV rendszerként.

5.1. A szolár kábel árama

egy sztring esetén:

$$I_b = 1,25 \times I_z = 1,25 \times 11,15A = 13,94A$$

A szolár körbe épített 500V-os DC leválasztó kapcsoló névleges árama $I_{PVkm}=16A$

Egy 4mm² szolár kábel névleges árama $I_0=55A$. Csökkentési tényezők:

- $\times 0,57$ szorzó a +70°C üzemi hőmérsékletre
- $\times 0,8$ szorzó a 2 párhuzamos kábelre védőcsőben elhelyezve

$$I_k = 0,57 \times 0,8 \times I_0 = 0,57 \times 0,8 \times 55A = 25,08A$$

mivel $I_k > I_{pvk} > I_b$, így a kábel megfelel.

Az MSZ HD 60364-7-712:2006 712.433.1 pontja értelmében a PV modulsor és kábelek túlterhelésvédelmét el lehet hagyni, ha a kábelek megengedett árama bármely helyen legalább 1,25-szöröse az ISC STC értéknek. $I_k > I_b$, túlterhelésvédelemre külön nincs szükség.

Mivel csak egy stringet alkalmazunk polaritás-érzékeny túláramvédelmet nem kell alkalmazni.

A telepítés más épülettől önállóan vagy csak részben kapcsolódóan történik, ezért T1+T2 típusú túlfeszültséglevezető beépítése szükséges DC oldalon.

5.2. Az akkumulátor kábel árama:

Az akkumulátor és az inverter közötti áramot az inverter teljesítménye határozza meg. Ez a Growatt inverter esetében $P_{GR}=3000W$, DEYE inverter esetében $P_{DY}=5000W$. Mindkettő esetben az akkumulátor névleges feszültsége $U_{AK}= 51,2V$. Ebből számítható:

$$I_{GR} = \frac{P_{GR}}{U_{AK}} = \frac{3000W}{51,2V} = 58,59A \text{ és } I_{DY} = \frac{P_{DY}}{U_{AK}} = \frac{5000W}{51,2V} = 97,66A$$

A szükséges DC kismegszakítók névleges árama: $I_{GRkm}=63A$ és $I_{DYkm}=100A$.

A kábelek keresztmetszetét a kismegszakítók áramához kell igazítani.

3kW-os Growatt inverter akkumulátor bekötéséhez a 16mm²-es réz vezeték névleges árama 63A, mely megfelelő.

5kW-os Deye inverter akkumulátor bekötéséhez a 35mm²-es réz vezeték névleges árama 120A, mely megfelelő.

5.3. Az fogyasztó (járműtöltő berendezés) kábel árama:

Maximális áramok:

$$\frac{3000W}{230V} = 13A$$

$$\frac{5000W}{400V \times \sqrt{3}} = 7,22A$$

Az áramokból következik, hogy a 3kW-os Growatt rendszer 1 fázisú AC védelmei 16A-esek és a vezetékek 2,5mm² keresztmetszetűek.

Az 5kW-os DEYE rendszer 3 fázisú AC védelmei 10A-esek és a vezetékek 1,5mm² keresztmetszetűek.

5.4. További AC oldali védelmek

Hibrid megoldás esetén az AC oldal az inverter két különböző kimenetén van csatlakoztatva. Az egyik kizárólag a járműtöltőt látja el (EPS), a másik a többi fogyasztóval és a hálózattal van azonos körön (Grid). A két áramkör mindegyikét a szükséges védelmekkel el kell látni. A hibrid üzem engedélyezéséig a járműtöltőt szigetüzemben az EPS oldali fogyasztókhoz kell csatlakoztatni.

2021 végétől az MSZ HD 60364-7-722:2019 szerint minden töltőáramkör felszerelendő egy túláramvédelemmel, szakaszolóval és áram-védőkapcsolóval. 2021. augusztus 28-ától minden töltőállomás-áramkör (függetlenül attól, hogy 1 vagy 3 fázisú) DC egyenáramú áram-védőkapcsolóval védendő, kivéve akkor, ha erről a DC egyenáramú védelemről már a töltőgyártó gondoskodott beépített védelemmel (ekkor A típus alkalmazható az áramkörben).

A töltőválasztáskor a DC szivárgóáram védelem feltétel kell legyen, ezért A típusú áram-védőkapcsoló elegendő az EPS körben a szakaszolásról a túláramvédelem ellátását is ellátó kismegszakító gondoskodik. Túlfeszültséglevezetőből T2-es típust kell alkalmazni.

5.5. További DC oldali védelmek

A villamos hálózat lekapcsolása esetén a napelem és az akkumulátor továbbra is biztosítja az inverter számára a folyamatos üzemeltetést. Tűzeseti lekapcsolási igény esetén az inverter PV és akkumulátor oldalát is le kellene kapcsolni. Jelen esetben a teljes áramtalanítás az akkumulátor és PV kör egyidejű lekapcsolásával lehet elérni.

5.6. Villámvédelem

A gépkocsibeállóhoz külön villámvédelem kialakítása nem szükséges. Amennyiben a tartószerkezet fémből készül, a szerkezetet megfelelő védőföldeléssel kell ellátni.

6. Tartószerkezet

A tartószerkezetnek kettős funkciója van: Egy jármű, jelen esetben személyautó férjen el alatta, be tudjon állni alá kényelmesen, illetve a napelem paneleket is tartania kell. Mivel az inverter és akkumulátorok is közvetlen a gépkocsibeállóhoz tartoznak, bár nem tartoznak közvetlen a tartószerkezethez, mégis el kell helyezni a gépkocsibeálló közelében,



18. ábra

faszerkezetű napelemes gépkocsibeálló (designsolar.eu)

környezetében. A tároló egyik fő funkciója a járműtöltés, ezt egy vezérelhető töltőállomás biztosítja, mely kötelezően a tartószerkezeten kell elhelyezni.

A tartószerkezet anyaga lehet fém, fa vagy egyéb anyag is. Vezető anyagból készült vázszerkezetet földelését külön biztosítani kell.

Az akkumulátor kültéri használhatósága hőmérsékletfüggő, ezért vagy zárt dobozba kell helyezni a fűthetőség miatt, vagy eleve fagymentes helyiségben a telepítés közvetlen közelében.

Az elhelyezendő főbb elemek:

- Napelem panelek 9/12db (21kg/db)
- Inverter (27kg)
- Akkumulátor (kb 10kg/1kWh)
- Járműtöltő (8kg)
- Elosztódobozok

A tényleges tervezést és terhelési számításokat Statikus szakemberre bízom, részletekre most nem térek ki.

6.1. Járműtöltő kiválasztása:

A járműtöltő kiválasztásakor fontos szempont a teljesítményen túl, hogy megfelelő védelmi funkciókkal is rendelkezzen. Legfontosabb a DC szivárgóáram figyelés, mely beépítése kötelező és ennek hiányában drágább védelmi eszközt (RCB-t) kell beépíteni. A kezelhetőség és az ügyfélbarát megoldások szintén fontosak, bár ezek kevésbé objektív szempontok.



19. ábra

IOC 7/11kW SMART MINI EV CHARGER

A piacon rengeteg TYPE2-es csatlakozóval vagy aljzattal rendelkező töltőberendezés található, többségük rendelkezik a kívánt funkciókkal. Mivel számunkra nem szükséges minden extra, mint például hiteles fogyasztásmérés, megelégszünk egy olcsóbb modellel is.

3. táblázat IOC SMART MINI EV CHARGER adatlapja

Output Rating:	1-phase 7kW 32A ; 3-phase 11kW 16A
Internal RCD:	AC 30mA & DC 6mA IEC62955 & IEC61008 certified
Network Interface:	Ethernet/ WiFi/ Bluetooth smart internet connection
OCPP:	Full OCPP 1.6J/ OCPP 2.0.1 support
ISO15118 Plug&Charge:	Upgradable
Ingress Protection:	IP55
Shipping Dimensions:	398 x 285 x 176 mm; 398 x 285 x 226 mm
Charging Interface:	SAE J1772 & Type-2 cable/ Type-2 socket
Mounting Type:	Wall or Floor(pedestal supplied separately)

A készülékhez tartozó applikációval a töltési statisztikát is nyomon követhetjük, valamint ütemezhetjük a töltést és korlátozhatjuk a töltési áramerősséget is.

Van 1 és 3 fázisú készülék is ugyanazon vezérléssel és formával.

A választott modell az IOCHARGER Smart Mini EV Charger 7kW/11kW modellje.

7. Költségszámítás

7.1. Végleges költségterv

A végleges költségtervet a tartószerkezet ismerete nélkül nehezen lehet megállapítani. A tartószerkezet anyaga és formája is befolyásolja a költségeket. Az eladhatóságot azonban mégis kevésbé befolyásolja, hiszen feltételezhetjük, hogy a gépkocsibeálló így is úgy is megépült/megépülhetett volna. A klasszikus árnyékoló és védelmi funkciója miatt napelem nélkül is kedvelt termék.

Jelen esetben a napelem és tároló többletköltségként jelentkezik egy hagyományos beállóhoz képest és arra vagyunk kíváncsiak, hogy napelem és tároló töltési szolgáltatása milyen gazdasági befektetés, mikor térülhet meg a beruházás, ha egyáltalán megtérül.

Az egyes akkumulátor méretekre a számításoknak megfelelő alkatrészekkel az anyagköltség:

4. táblázat: 5kWh-s akkumulátoros rendszer anyagköltsége

	Megnevezés	Típus	egységár	db	összár (br)
DC	Napelem panel	Bluesun BSM360M-60HPH	52 800 Ft	9	475 200 Ft
	Solar kábel	SOLAR kábel 1x 4 (500) 1kV (H1Z2Z2-K)	460 Ft	20	9 200 Ft
	Túlfeszültség levezető T1+T2 1P+N	MERSEN 83120167 STPT12-5K 1000V-YPV Túlfeszültség levezető 1+2 tip 1060V PV	37 930 Ft	1	37 930 Ft
	DC leválasztó 2P	EATON 176081 Kismegszakító, 10kA 2-pól. DC 16A, B karakterisztika, FAZ-B16/2-DC	7 660 Ft	1	7 660 Ft
	Inverter	Growatt SPH3600	634 365 Ft	1	634 365 Ft
	DC Megszakító	SCHNEIDER ACTI9 C60H-DC KISMEGSZAKÍTÓ, 2P, C, 63A, 500VDC	46 280 Ft	1	46 280 Ft
	Akkumulátor	GSL-051100A-B-GBP2 5,12kWh	1 166 677 Ft	1	1 166 677 Ft
EPS	A tip áram-védőkapcsoló	SCHNEIDER R9R02225 RESI9 áram-védőkapcsoló, A osztály, 2P, 25A, 30mA	9 440 Ft	1	9 440 Ft
	kismegszakító	SCHNEIDER R9F14116 RESI9 kismegszakító, 1P, C, 16A	860 Ft	1	860 Ft
	Túlfeszültség levezető T2	EATON 167594 SPCT2-280/2 komplett túlfesz. levezető, C, 2p, Uc=280V AC	34 910 Ft	1	34 910 Ft
	Járműtöltő	IOC Mini Smart EV Charger 7kW	234 950 Ft	1	234 950 Ft
	terhelés átkapcsoló	Átviteli kapcsoló automatikus átviteli kapcsoló 1db 220v 63a 2p kettős teljesítményű mini automatikus átviteli kapcsoló	20 990 Ft	1	20 990 Ft
	Szerelési anyagok	Kapcsolószekrények, kábelek, csatlakozások segédanyagok	50 000 Ft	1	50 000 Ft
	Kültéri szekrény akkumulátornak	Tracon Fém elosztószekrény, acél, szürke TFE806030 1200x800x300	95 550 Ft	1	95 550 Ft
	Szerkevényfűtés	Tracon Fűtőegység FE45 45W	10 360 Ft	1	10 360 Ft
	Termosztát	Tracon THMS-01	5 190 Ft	1	5 190 Ft
Összesen:					2 839 562 Ft

5. táblázat: 10kWh-s akkumulátoros rendszer anyagköltsége

	Megnevezés	Típus	egységár	db	összár (br)
DC	Napelem panel	Bluesun BSM360M-60HPH	52 800 Ft	12	633 600 Ft
	Solar kábel	SOLAR kábel 1x 4 (500) 1kV (H1Z2Z2-K)	460 Ft	30	13 800 Ft
	Túlfeszültség levezető T1+T2 1P+N	MERSEN 83120167 STPT12-5K 1000V-YPV Túlfeszültség levezető 1+2 tip 1060V PV	37 930 Ft	1	37 930 Ft
	DC leválasztó 2P	EATON 176081 Kismegszakító, 10kA 2-pól. DC 16A, B karakterisztika, FAZ-B16/2-DC	7 660 Ft	1	7 660 Ft
EPS	Inverter	DEYE SUN-5K-SG04LP3-EU	1 022 350 Ft	1	1 022 350 Ft
	DC Megszakító	SCHNEIDER C10F2TM100 GENNSX100F 100A 2P 36KA DC kompakt megszakító	73 170 Ft	1	73 170 Ft
	Akkumulátor	GSL-051200A-B-GBP2 10kWh	1 487 564 Ft	1	1 487 564 Ft
	A tip áram-védőkapcsoló	SCHNEIDER R9R02425 RESI9 áram-védőkapcsoló, A osztály, 4P, 25A, 30mA	12 720 Ft	1	12 720 Ft
	kismegszakító	SCHNEIDER R9F14310 RESI9 kismegszakító, 3P, C, 10A	3 375 Ft	1	3 375 Ft
	Túlfeszültség levezető T2	EATON 167596 SPCT2-280/4 komplett túlfesz. levezető, C, 4p, Uc=280V AC	55 185 Ft	1	55 185 Ft
	Jármútöltő	IOC Mini Smart EV Charger 22kW	275 590 Ft	1	275 590 Ft
	terhelés átkapcsoló	4p 63a 380v Mcb típusú kettős tápellátású automatikus átviteli kapcsoló	39 590 Ft	1	39 590 Ft
	Szerelési anyagok	Kapcsolószekrények, kábelek, csaktornák segédanyagok	50 000 Ft	1	50 000 Ft

Kültéri szekrény akkumulátornak	Tracon Fém elosztószekrény, acél, szürke TFE1208030 1200x800x300	170 460 Ft	1	170 460 Ft
Szerkrényfűtés	Tracon Fűtőegység FE45 45W	10 360 Ft	1	10 360 Ft
Termosztát	Tracon THMS-01	5 190 Ft	1	5 190 Ft
Összesen:				3 898 544 Ft

6. táblázat: 15kWh-s akkumulátoros rendszer anyagköltsége

	Megnevezés	Típus	egységár	db	összár (br)
DC	Napelem panel	Bluesun BSM360M- 60HPH	52 800 Ft	12	633 600 Ft
	Solar kábel	SOLAR kábel 1x 4 (500) 1kV (H1Z2Z2-K)	460 Ft	30	13 800 Ft
	Túlfeszültség levezető T1+T2 1P+N	MERSEN 83120167 STPT12-5K 1000V-YPV Túlfeszültség levezető 1+2 típus 1060V PV	37 930 Ft	1	37 930 Ft
	DC leválasztó 2P	EATON 176081 Kismegszakító, 10kA 2- pól. DC 16A, B karakterisztika, FAZ- B16/2-DC	7 660 Ft	1	7 660 Ft
	Inverter	DEYE SUN-5K-SG04LP3- EU	1 022 350 Ft	1	1 022 350 Ft
EPS	DC Megszakító	SCHNEIDER C10F2TM100 GENNSX100F 100A 2P 36KA DC kompakt megszakító	73 170 Ft	1	73 170 Ft
	Akkumulátor	GSL051280A-B-GBP2 14,34kWh	2 360 896 Ft	1	2 360 896 Ft
	A típusú áram- védőkapcsoló	SCHNEIDER R9R02425 RESI9 áram-védőkapcsoló, A osztály, 4P, 25A, 30mA	12 720 Ft	1	12 720 Ft
	kismegszakító	SCHNEIDER R9F14310 RESI9 kismegszakító, 3P, C, 10A	3 375 Ft	1	3 375 Ft

	Túlfeszültség levezető T2	EATON 167596 SPCT2- 280/4 komplett túlfesz. levezető, C, 4p, Uc=280V AC	55 185 Ft	1	55 185 Ft
	Járműtöltő	IOC Mini Smart EV Charger 22kW	275 590 Ft	1	275 590 Ft
	terhelés átkapcsoló	4p 63a 380v Mcb típusú kettős tápellátású automatikus átviteli kapcsoló	39 590 Ft	1	39 590 Ft
	Szerelési anyagok	Kapcsolószekrények, kábelek, csaktornák segédanyagok	50 000 Ft	1	50 000 Ft
	Kültéri szekrény akkumulátornak	Tracon Fém elosztószekrény, acél, szürke TFE1208030 1200x800x300	170 460 Ft	1	170 460 Ft
	Szerkrényfűtés	Tracon Fűtőegység FE45 45W	10 360 Ft	1	10 360 Ft
	Termosztát	Tracon THMS-01	5 190 Ft	1	5 190 Ft
Összesen:					4 771 876 Ft

A rendszerek telepítését 2 fő szakember 4-6 órás munkával várhatóan az előre gyártott és összekészített alkatrészekből fel tudja. A munkadíjra 200.000Ft-ot számoltam, így az egyes konfigurációk tartószerkezeten túli többletköltségei:

5kWh-s akkumulátor 3kW inverterrel és 3,2kWp napelemmel bruttó **3.039.560Ft**

10kWh-s akkumulátor 5kW inverterrel és 4,3kWp napelemmel bruttó **4.098.540Ft**

15kWh-s akkumulátor 5kW inverterrel és 4,3kWp napelemmel bruttó **4.971.880Ft**

7.2. Elérhető éves nyereség

Elektromos jármű töltése feltételezésem szerint átlagfogyasztáson felüli fogyasztásnak minősül, ezért jelenlegi árszabása 70,104 Ft/kWh otthoni töltés esetén.

Napi szinten felhasznált energia maximuma mindössze az akkumulátor hasznos energiája, amit 4%-os veszteséggel tudunk feltölteni. Az akkumulátor névleges

kapacitásának 80%-át használjuk és a napelemből 4% több energiát vételezünk a veszteségek miatt.

Maximálisan hasznosítható napelem energia

$$= \text{akkumulátor névleges kapacitása} \times 0,8 \times \text{hatásfok}$$

A referenciaadatok alapján 2022-es évben az akkumulátorban eltárolható napi energiák összessége :

5kWh/3kWp akkumulátoros rendszernél 304 napon 100%-os feltöltéssel összesen 1 340 kWh.

$$\text{Éves megtakarítható összeg } 70,104 \text{ Ft/kWh} \times 1\,340 \text{ kWh} = 93\,939 \text{ Ft/év}$$

10kWh/4kWp akkumulátoros rendszernél 273 napon 100%-os feltöltéssel összesen 2 564 kWh.

$$\text{Éves megtakarítható összeg } 70,104 \text{ Ft/kWh} \times 2\,564 \text{ kWh} = 179\,747 \text{ Ft}$$

15kWh/4kWp akkumulátoros rendszernél 225 napon 100%-os feltöltéssel összesen 3 564 kWh.

$$\text{Éves megtakarítható összeg } 70,104 \text{ Ft/kWh} \times 3\,564 \text{ kWh} = 249\,850 \text{ Ft}$$

7.3. Egyszerűsített megtérülési idő

A gépkocsibeálló gazdaságosságának igazolásához egyszerűsített megtérülési idő számítása is elegendő. Az ilyen jellegű beruházás sok esetben érzelmi alapú, a megtérülési idő mellett a környezetvédelem sokszor fontosabb tényező.

Sorozatgyártás esetén viszont az elfogadható megtérülési idő növeli az eladhatóságot.

7.3.1. 5kWh-s rendszer megtérülési ideje:

$$\frac{\text{beruházási többletköltség}}{\text{éves megtakarítás}} = \frac{3\,039\,560 \text{ Ft}}{93\,939 \frac{\text{Ft}}{\text{év}}} = 32,36 \text{ év}$$

Ez a rendszer soha nem térül meg, az akkumulátor élettartama 10-15 év, ha ezt meg tudnánk duplázni, sem érdemes ilyen rendszert telepíteni.

7.3.2. 10kWh-s rendszer megtérülési ideje:

$$\frac{\text{beruházási többletköltség}}{\text{éves megtakarítás}} = \frac{4\,098\,540 Ft}{179\,747 \frac{Ft}{év}} = 22,8 \text{ év}$$

Ez a rendszer hatékonyságnöveléssel és optimálisabb beszerzéssel elfogadhatóvá tehető.

7.3.3. 15kWh-s rendszer megtérülési ideje:

$$\frac{\text{beruházási többletköltség}}{\text{éves megtakarítás}} = \frac{4\,971\,880 Ft}{249\,850 \frac{Ft}{év}} = 19,9 \text{ év}$$

Egy olcsóbb inverter választásával és 30%-os energiatároló árcsökkenéssel a megtérülési idő így alakulna:

$$\frac{4\,971\,880 Ft - 400\,000 Ft - 708\,000 Ft}{249\,850 \frac{Ft}{év}} = 15,46 \text{ év}$$

Ez az érték már a berendezések élettartamával hasonló nagyságrendű és az árcsökkenés nem lehetetlen.

7.4. A szigetüzemű rendszer hatékonyságának további növelése

A fel nem használt napelem által termelt energia további hasznosításával a megtérülési idő csökkenthető, hiszen a megtermelt villamos energia 60...40%-át nem hasznosítottuk, nem tároltuk el. Ilyen kihasználásnövelés lehet további fogyasztók bekapcsolása a napelemes termelés időszakában, mint például nyáron medence fűtés vagy HMV előállítás.

8. Összefoglalás

Napjaink átalakuló szokásaihoz folyamatosan keressük a megoldásokat. Az elterjedő elektromos autózás kihívás elé állítja az energiaszolgáltatókat is, a felhasználókat pedig tudatosabb járműhasználatra ösztönzi.

A napelemes gépkocsibeálló idővel megoldást nyújthat a decentralizáció erősítésével és a hálózati terhelés nem növelésével. A műszaki megoldás ugyan még önmagában nem gazdaságos, de komplex tudatos felhasználással már most sokat tehetünk vele a tisztább levegő megőrzéséért és egy újabb lépéssel közelebb kerülhetünk a zero kibocsátási célunkhoz.

9. Irodalomjegyzék

- [1] [HTTPS://GREENDEX.HU/MERFOLDKOHOZ-ER-A-VILLANYAUTOPIAC-2023-BAN/](https://greenindex.hu/merfoldkohez-er-a-villanyautopiac-2023-ban/)
(Megtekintés dátuma: 2023 március 15.)
- [2] [HTTPS://WWW.FORSENSE.HU/MOTORIZACIO-ES-E-MOBILITAS/](https://www.forsense.hu/motorizacio-es-e-mobilitas/)
(Megtekintés dátuma: 2023 április 8.)
- [3] LENDVAI ZSOLT: MENNYIT ZABÁL EGY VILLANYAUTÓ IGAZÁBÓL?
[HTTPS://TOTALCAR.HU/MAGAZIN/TECHNIKA/2021/02/08/MENNYIT_ZABAL_EGY_VILLANYAUTO_IGAZABOL_ADAC_FOGYASZTAS_ELEKTROMOS_NEDC_WLTP_KWH/](https://totalcar.hu/magazin/technika/2021/02/08/mennyit_zabal_egy_villanyauto_igazabol_adac_fogyasztas_elektromos_nedc_wltp_kwh/)
(Megtekintés dátuma: 2023 április 8.)
- [4] [HTTPS://WWW.UISOLAR.COM/FOUR-POLES-SOLAR-CARPORT-MOUNTING-SYSTEM_P27.HTML](https://www.uisolar.com/four-poles-solar-carport-mounting-system_p27.html)
(Megtekintés dátuma: 2023 április 8.)
- [5] LIPTÁK RÓBERT: NAPELEMES ERŐMŰVEK TERVEZÉSE ÉS DOKUMENTÁLÁSA_2023_MÁRCIUS_4.PDF JEGYZET
- [6] LIPTÁK RÓBERT: NAPELEMES ERŐMŰVEK TERVEZÉSE ÉS DOKUMENTÁLÁSA_2023_MÁRCIUS_18.PDF JEGYZET
- [7] [HTTPS://WWW.GSL-ENERGY.COM/WALL-MOUNTED-LIFEPO4-7KWH-TESLA-POWERWALL-HOME-BATTERY-STORAGE](https://www.gsl-energy.com/wall-mounted-lifepo4-7kwh-tesla-powerwall-home-battery-storage)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 4.)
- [8] [HTTPS://WWW.GSL-ENERGY.COM/GSL-ENERGY-SOLAR-LIFEPO4-BATTERY-HOME-POWER-STORAGE-WALL-10KWH-51-2V-LITHIUM-ION-BATTERIES-FOR-HOUSE](https://www.gsl-energy.com/gsl-energy-solar-lifepo4-battery-home-power-storage-wall-10kwh-51-2v-lithium-ion-batteries-for-house)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 4.)
- [9] [HTTPS://DESIGNSOLAR.HU/EN/SOLAR-CARPORTS/](https://designsolar.hu/en/solar-carports/)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 3.)
- [10] [HTTP://SZABVANYKONYVTAR.MSZT.HU/](http://szabvanykonyvtar.mszt.hu/)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 4.)
- [11] [HTTPS://WWW.VILLANYLAP.HU/LAPSZAMOK/2019/JUNIUS/5161-MILYEN-ARAM-VEDOKAPCSOLOT-HASZNALJUNK-AZ-ELEKTROMOSAUTO-TOLTOALLOMASOKBAN](https://www.villanylap.hu/lapszamok/2019/junius/5161-milyen-aram-vedokapcsolot-hasznaljunk-az-elektromosauto-toltoallomasokban)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 4.)
- [12] [HTTPS://WWW.IOCHARGER.COM/MULTIPLE-COLORS-7KW-11KW-OCPP-1-6J-2-0-1-WIFI-BLUETOOTH-MINI-SMART-EV-CHARGER_P18.HTML](https://www.iocharger.com/multiple-colors-7kw-11kw-ocpp-1-6j-2-0-1-wifi-bluetooth-mini-smart-ev-charger_p18.html)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 4.)
- [13] [HTTPS://WWW.VILLAMOSSAG.COM/](https://www.villamossag.com/)
(Megtekintés dátuma: 2023 június 4.)

10. Mellékletek

1. melléklet
Napelem termelési adatok