



MISKOLCI EGYETEM

GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

FIZIKAI ÉS ELEKTROTECHNIKAI INTÉZET

ELEKTROTECHNIKAI ÉS ELEKTRONIKAI

INTÉZETI TANSZÉK

TERMELÉSFÜGGŐ FOGYASZTÁSVEZÉRLÉS HUAWEI INVERTEREKKEL

SZAKDOLGOZAT

KÉSZÍTETTE

Július Baka

R3FYPPF

TERVEZÉSVEZETŐ

Boros Rafael Ruben

Tanársegéd

Miskolc, 2022

Miskolci Egyetem

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



**Gépészmérnöki és Informatikai
Kar**

Fizikai és Elektrotechnikai Intézet

Szám: 2022-FEI-NES-R3FYPF

SZAKDOLGOZAT FELADAT

Július Baka

Neptun kód: R3FYPF

Napelemeserőmű- és napkollektor-létesítő szakmérnök jelölt részére

A tervezés tárgyköre: tervezés

A feladat címe: **TERMELÉSFÜGGŐ FOGYASZTÁSVEZÉRLÉS HUAWEI
INVERTEREKKEL**

A feladat részletezése:

1. Mutassa be a Huawei eszközöket.
2. Végezzen maximum panel/sztring számítást.
3. Részletesen ismertesse a Modbus TCP kommunikáció beállítását.
4. Térjen ki a fogyasztók irányíthatóságára.

Tervezésvezető:

Boros Rafael Ruben, tanársegéd

Konzulens:

Szigethy Zsolt, szerviz menedzser, Huawei

A diplomamunka kiadásának időpontja:

2022. szeptember 16.

A diplomamunka beadásának határideje:

2022. november 11.

Miskolc, 2022. szeptember 16.

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 **Július Baka** (Neptun kód: R3FYPPF) a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős **Napelemeserőmű- és napkollektor-létesítő szakmérnök** szakirányú továbbképzési szakos hallgatója ezennel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy a

Termelésfüggő fogyasztásvezérlés Huawei inverterekkel

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

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szó szerinti 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, 2022. november 22.

hallgató neve

SZAKDOLGOZAT SAJÁT MUNKA IGAZOLÁS

Alulírott **Szigethy Zsolt**, mint a Huawei cégnél szervizmenedzser beosztásban dolgozó konzulens igazolom, hogy **Július Baka** nevű hallgató (neptun kód: R3FYPF) Napelemeserőmű- és napkollektor-létesítő szakmérnök szakos hallgató a **Huawei Technologies Hungary Kft.** cégnél készített **Termelésfüggő fogyasztásvezérlés Huawei inverterekkel** című szakdolgozatában a saját munka terjedelmi részaránya minimum **100 %**, és a dolgozatban a vállalattól kapott adatok megfelelő hivatkozással szerepelnek.

Miskolc, 2022.....

(hallgató neve)

(konzulens neve)

(beosztása)

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	7
2.	A rendszert felépítő fő elemek ismertetése és működése.....	8
2.1	Inverter	8
2.1.1	Első sztring napelemei	9
2.1.2	Második sztring napelemei	10
2.2	Okos mérő.....	11
2.3	USB kommunikációs eszköz – USB SDongle WLAN/FE	13
2.4	HUAWEI LUNA2000 energia tároló	13
2.5	Loxone miniszerver.....	16
3.	Kommunikáció az inverter és az okosotthon között	18
3.1	Inverter kommunikációs beállítása	18
3.2	Okos otthon kommunikációs beállítása.....	20
4.	Modbus kommunikációs címek	21
4.1	Loxone energia menedzser blokk ismertetése.....	21
5.	A fogyasztók irányíthatósága	24
5.1	Inteligens dugalj	24
5.2	Home connect	25
5.2.1	Mosogató gép vezérlés Home connect segítségével	26
5.3	Loxone IR bővítmény	27
5.4	Elektromos autó töltő	27
5.4.1	Huawei autó töltő	28
5.4.2	Loxone Wallbox funkcióblokk ismertetése.....	29
6.	Következtetések	30
7.	Köszönetnyilvánítás	32
8.	Összefoglalás	33
9.	Irodalomjegyzék.....	34

1. Bevezetés

Szakdolgozatom célja egy Huawei inverter és egy Loxone okosotthon közötti kommunikáció bemutatása, valamint egy családi ház fogyasztóinak termelés függő vezérlése és az ahhoz szükséges eszközök ismertetése. Ehhez a nagyobb energiahatékonyság érdekében az inverter mellett még egy 10 kWh-ás Huawei akkumulátor is be van építve. Az épületben lévő fogyasztók az inverter termelése, valamint az akkumulátor töltöttségi szintjétől függően külön - külön vezérelhetők a nagyobb energiahatékonyság megőrzése érdekében. A dolgozatom fő részében kitérek az egyes fogyasztók irányíthatóságára és az esetleges hátrányokra is.

Választásom egy már megépült családi házra esett, amin keresztül megpróbálom a rendszer működését ismertetni és esetleg ajánlásokat tenni a még energiahatékonyabb megújuló energiaforrás felhasználásának érdekében. A növekvő energia árak mellett az új építésű épületek, valamint a meglevő épületek energia hatékonyabbá tételének a jelentősége napról-napra nagyobb és az épületben levő egyes rendszerek egymástól függő vezérlésének az igénye egyre inkább növekszik.

2. A rendszert felépítő fő elemek ismertetése és működése

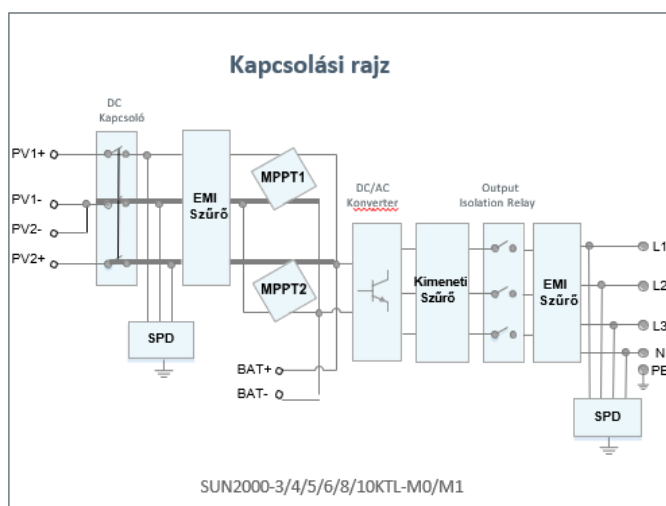
2.1 Inverter

A megújuló energiaforrásként egy SUN2000 Huawei-6KTL-M1-es inverter által termelt villamos energia szolgál.

Smart Energy Controller
SUN2000-3-10KTL-M1



1. ábra: Huawei SUN2000 3-10KTL M1-es inverter [1]



2. ábra: Huawei SUN2000 3-10KTL M1 inverter kapcsolási rajz [1]

Az inverter 2 sztring bemenettel rendelkezik. Mind a kettő sztring bemenet egy külön vezérelt MPPT bemenet. Tehát a kettő bemeneten lévő napelemek tájolása és mennyisége különböző lehet.

2.1.1 Első sztring napelemei

Jelen esetben az első sztringet 15 db 395W-os SHARP napelem képzí.

Megengedett maximum panel / sztring számítás. Az 1. képletbe behelyettesítve, kiszámoljuk a maximális panelfeszültséget a helyszín legalacsonyabb várható környezeti hőmérsékletéhez viszonyítva.

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

Modul Voc_{max} = maximális panelfeszültség a helyszín legalacsonyabb várható környezeti hőmérsékletéhez igazítva [V].

V_{OC} = panel névleges üresjárás feszültség [V]. A panel adatlapján található.

T_{min} = a helyszín legalacsonyabb várható környezeti hőmérséklete [°C].

T_{STC} = hőmérséklet standard vizsgálati körülmények között, 25°C.

Tk_{Voc} = panel üresjárás feszültség hőmérsékleti együtthatója [%/°C], mindig negatív értéként kifejezve. A panel adatlapján található.

Napelem paraméterei:

- V_{OC} = 49.45V
- Tk_{Voc} = -0.269%/°C

$$\begin{aligned} Module Voc_{max} &= 49,45V * \left[1 + (-15^{\circ}C - 25^{\circ}C) * \left(\frac{-0,269\%/^{\circ}C}{100} \right) \right] \quad (2.) \\ &= 49,45V * [1 + (-40^{\circ}C) * (-0,00269/^{\circ}C)] \\ &= 49,45V * [1 + (0,1076)] \\ &= 54,77 V \end{aligned}$$

Inverter $V_{\max}$ = az inverter maximum DC bemeneti feszültsége

Inverter $V_{\max}$ =1100V

$$\begin{aligned} \text{Maximum Sztring Méret} &= \left(\frac{\text{Inverter } V_{\max}}{\text{Module } Voc_{\max}} \right) \\ &= \left(\frac{1100V}{54,77V} \right) \\ &= 20,08 \end{aligned} \quad (3.)$$

Az 3. képletbe behelyettesítve az eredmény 20 panel / sztring.

2.1.2 Második sztring napelemei

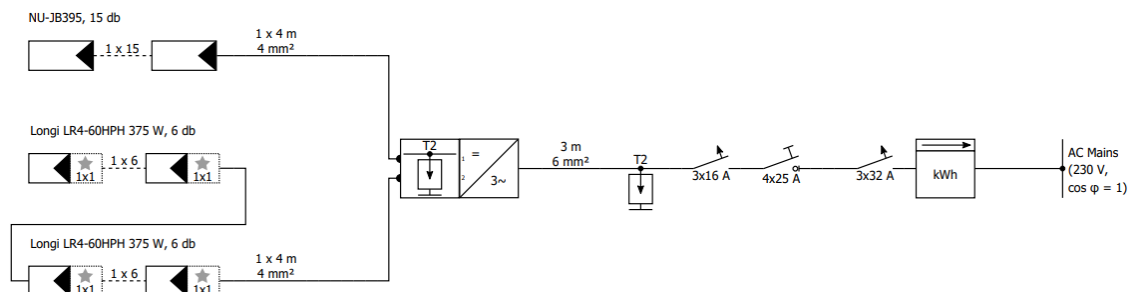
A második sztringben lévő panelek kelet/nyugat tájolással lettek felhelyezve. Mivel az inverternek csak 2 bemenete van és ebből már az első foglalt így a maradék egy bemeneten lévő 2 különböző tájolást csak optimizerek segítségével helyezhetők fel. Ebben az esetben maximum panel / sztring számítása sem szükséges mivel az esetleges túl nagy DC feszültségtől megvéd az optimizer.

Csak a 3. ábrán lévő táblázathoz kell igazodnunk:

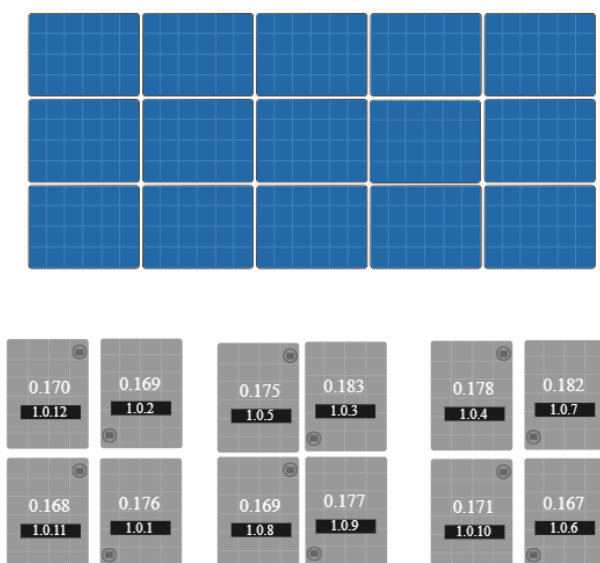
	SUN2000-2-6KTL-L1	SUN2000-3-10KTL-M1	SUN2000-12-20KTL-M2
Minimum optimalizálók száma/string	4	6	6
Maximum optimalizálók száma/string	25	50	50
Maximum DC teljesítmény/string	5,000 W	10,000 W	10,000 W

3. ábra: Huawei optimizer alkalmazhatósági táblázat [2]

Jelen esetben 12 db Longi 375 W-os panelt használtunk, ami bőven a megengedett határérték alatt van.



4. ábra: egyvonalas inverter és napelem rajz [saját készítés]

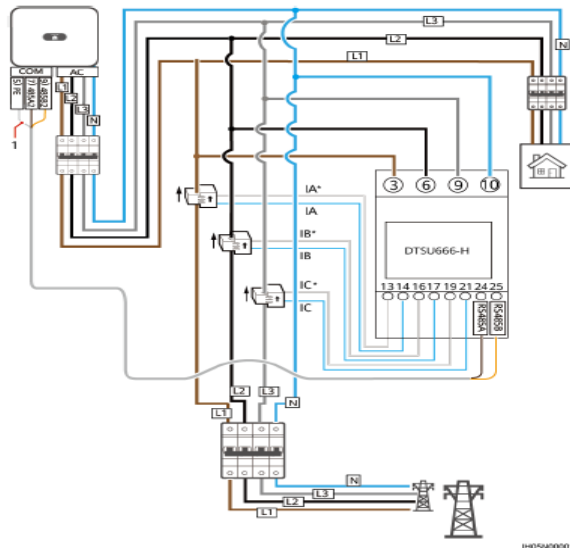


5. ábra: Napelemek fizikai elhelyezése, képernyőkép [saját készítés]

2.2 Okos mérő

Mivel az inverter csak az általa termelt energia mérésére alkalmas, ezért a rendszer működéséhez feltelen szükség van az épület fogyasztásának a mérésére. Ezt egy az inverterrel kompatibilis okos mérővel végezhetjük el. A kompatibilitási listán szereplő 2 okos mérő közül a DTSU 666-H 100A típusú okos mérőt használtam. Itt csak a maximum

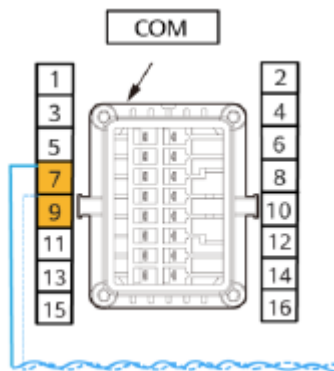
100 A / fázis feltételnek kell megfelelni. Ennek a feltételnek megfelelünk, mivel az épületben 3 x 32 A-os kismegszakító van. Az áramváltók helyes iránya a 6. ábrán van jelölve.



(1) A jelkabel ármékelő-rétege

6. ábra: DTSU666-H okos mérő bekötése [8]

Az okos mérő az inverterrel RS485-ös interfészen keresztül MODBUS RTU protokoll segítségével kommunikál. A megfelelő működés érdekében ügyelnünk kell a helyes bekötésre. Az inverter egy 16 PIN-es kommunikációs csatlakozót tartalmaz. Ebből a 7-es és a 9-es van használva az okos mérő számára (7.ábra).



7. ábra: okos mérő bekötése az inverter kommunikációs csatlakozójába [8]

2.3 USB kommunikációs eszköz – USB SDongle WLAN/FE

Az inverter a kommunikációs csatlakozón kívül tartalmaz még egy USB csatlakozót is. Ezt a csatlakozót használjuk az úgynevezett USB SDongle kommunikációs eszköz csatlakozására (8.ábra). Az SDongle a Huawei monitoring rendszeréhez való csatlakozásra szolgál, valamint a 3. berendezésekkel való kommunikációt MODBUS TCP-n keresztül is lehetővé teszi.



8. ábra: *Huawei SDongle WLAN/FE USB kommunikációs eszköz [3]*

2.4 HUAWEI LUNA2000 energia tároló

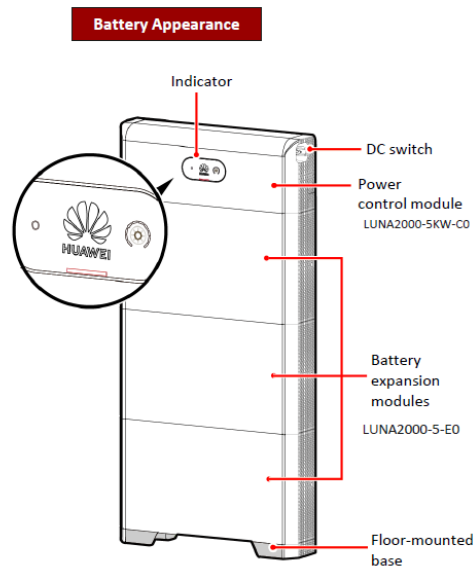
Ez a termék kifejezetten a lakossági inverterekhez lett kifejlesztve. Jelenleg csak a 2 – 10 kW közötti inverterekkel kompatibilis ugyanis ez egy DC csatolt energiatároló és a 10 kW feletti Huawei invertereken nincs DC battery bemenet.

Az energia tároló minimum kettő egységből áll: (9.ábra)

DC power control module – DC/DC átalakító

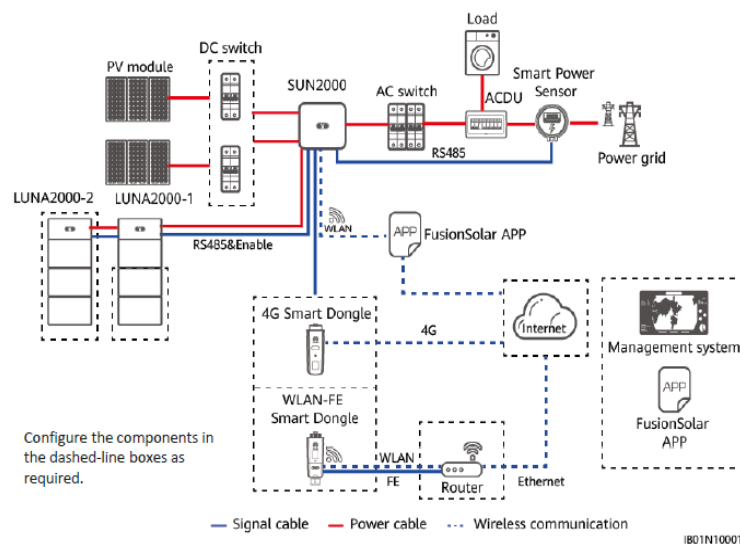
Battery expansion module – 5 kWh-ás LiFePo akkumulátor

Az 5 kWh-ás akkupakk 1 és 3 darab között szabadon kombinálható tehát egy DC/DC átalakítóhoz kötött teljesítmény 5, 10 vagy akár 15 kWh is lehet.



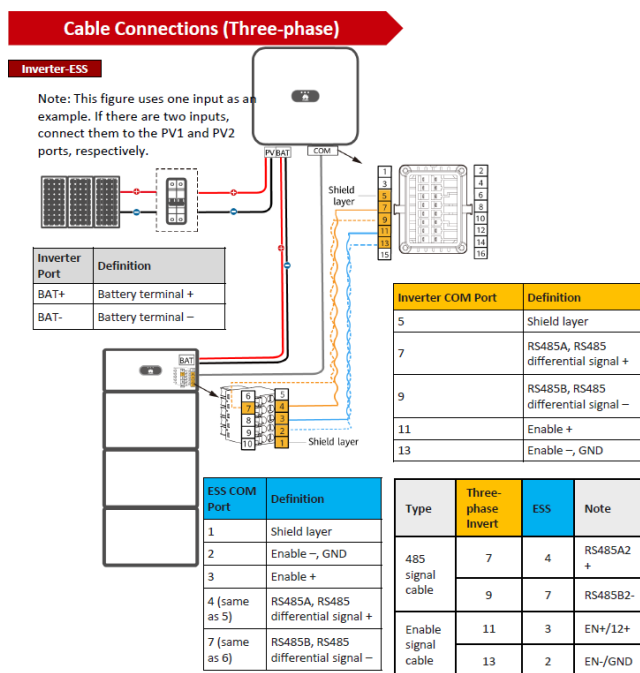
9. ábra: Huawei Luna2000 energia tároló egység [4]

Egy inverterhez maximum 2 darab DC/DC átalakító köthető és mivel mindkét DC/DC átalakító maximum 15 kWh-ás akkumulátort tud fogadni, az így kapott maximum tároló kapacitás akár 30 kWh is lehet. (10.ábra)



10. ábra: Huawei SUN2000 inverter és a hozzá csatlakozható eszközök [4]

Itt is nagy figyelmet kell szentelnünk a helyes bekötésnek (11.ábra) Az inverter oldalán a 16 PIN-es adat csatlakozót használjuk, 7-es és 9-es PIN-ekbe az RS485-os kommunikáció A és B vezetéke kerül. Itt azonban szeretném kihangsúlyozni, hogy ha az okos mérő már csatlakoztatva lett, akkor ez a kettő PIN mar foglalt ugyanis az okos mérő is RS485-on kommunikál az inverterrel és a használati utasítás szerint pont ugyan ezt a PIN-t használja. Tehát az okos mérő RS485-os A vezetékét és az energia tárolóból jövő RS485-os A vezetékét egy közös érvéghüvelyen keresztül az inverter adat csatlakozójának a 7-es PIN-ebe helyezzük. Ugyanígy járunk el mindkét eszköz B vezetékével, amit a 9-es PIN-be helyezünk. Az 5-os PIN-be a vezeték árnyékolását kell bekötnünk. Ezenkívül még kettő vezetékét kell bekötnünk az energia tárolóból az inverter adat csatlakozójába. Az úgynevezett Enable + a 11-es PIN-be az Enable – pedig a 13-mas PIN-be. Ez a négy vezeték szolgál az inverter es az energia tároló közötti kommunikációért. Természetesen mivel a rendszer DC csatolt ezért meg az inverter BAT+ es BAT- bemeneteit össze kell kötnünk az energia tároló + es – pólusaival.



11. ábra: Huawei inverter és energia tároló kommunikációs csatlakozóinak a bekötése [8]

Az energia tároló 3 különböző üzemmódban képes működni.

Maximum Self-Consumption - Maximum önfogyasztás üzemmód

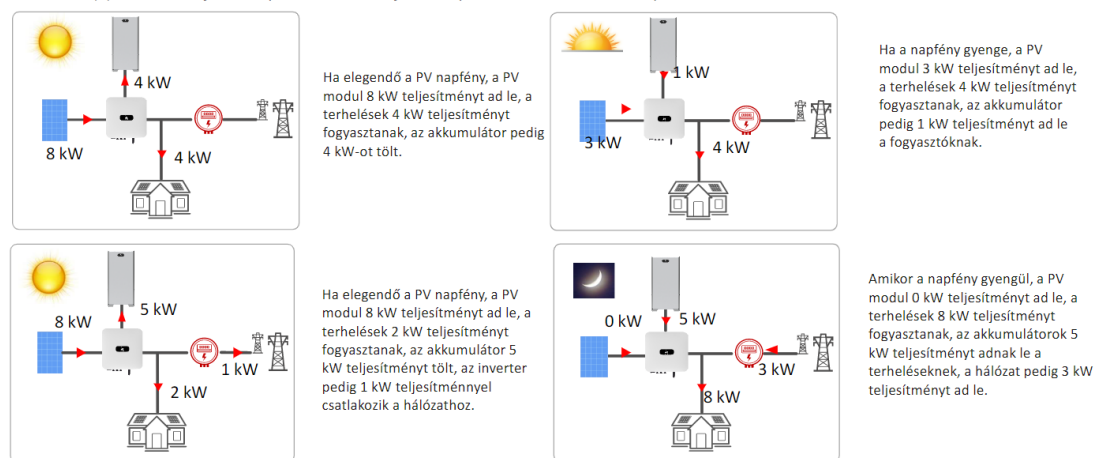
TOU (Time of Use) - Használati idő szerinti üzemmód

Fully Fed to Grid -Hálózatba tápláló üzemmód

Jelen esetben a Maximum önfogyasztás üzemmódot használjuk, melynek a működése a következő (12.ábra)

A felesleges nap energia (relatív terhelés) az akkumulátorokban tárolódik. Ha a napelemes teljesítmény nem elegendő, vagy éjszaka nem termelnek a napelemek, az akkumulátorok lemerülnek, hogy árammal látják el a terheléseket, javítva a napelemes rendszer önfogyasztási arányát és a lakossági energiarendszer önellátási arányát, valamint csökkentve az elektromos áram költségeit.

Tételezzük fel, hogy egy SUN2000-5KTL inverter akkumulátor kapacitása 10 kWh. (1) PV energiaáramlás: terhelés > akkumulátor töltés > hálózati csatlakozás(2) Terhelési teljesítmény: PV kimeneti teljesítmény > ESS kisülés > hálózati tápellátás



12. ábra: Maximum önfogyasztás üzemmód [9]

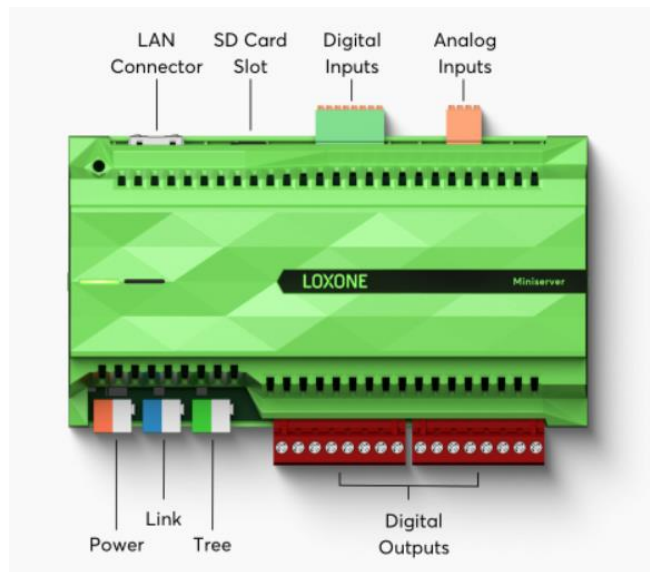
2.5. Loxone miniszerver

Az épület irányítását egy Loxone miniszerver végzi (13.ábra)

A miniszerver központi vezérlőegységként szolgál minden lehetséges automatizálási művelethez. Képes komplex energiagazdálkodást megvalósítani.

Az operációs rendszer és az összes beállítás egy cserélhető microSD kártyán található. A LAN csatlakozó a programozásra szolgál, és a webszerverrel együtt a webes felületen vagy a Loxone alkalmazáson keresztül történő vezérlés elérésére is szolgál.

Az egység rendelkezik: 8x potenciálmentes relé, 8x digitális bemenet és 4x analóg bemenet (0-10V). A Link interfészen keresztül a Miniszerver akár 30 bővítménnyel bővíthető, amelyek további bemeneteket/kimeneteket vagy interfészeket tartalmaznak.



13. ábra: *Loxone Miniszerver [10]*

Műszaki adatok:

- 8 digitális kimenet
- max. 250VAC/10A $\cos\varphi=1$
- max. 30VDC/10A
- 8 digitális bemenet 6VDC ... 24VDC
- 4 analóg bemenet 0-10V
- Loxone Link interfész (max. 30 Extensions)
- Loxone Tree interfész (max. 50 Tree eszköz) vagy Tree Intercommunication
- LAN csatlakozás (IPv4/IPv6, SSL, 100Mbps)
- Tápellátás 19.2VDC ... 30VDC (PELV)
- DIN sínre szerelhető kivitel (9 TE)

3. Kommunikáció az inverter és az okosotthon között

Az inverter és az okos otthon közötti kommunikáció Modbus TCP vagy Modbus RTU protokollok segítségével történik. A jelenleg piacon levő összes Huawei inverter támogatja a RS485-os interfészen keresztüli Modbus RTU kommunikációt. Modbus TCP használatához az USB SDongle WLAN/FE kommunikációs eszközre van szükségünk.

A miniszerver a MODBUS TCP kommunikációt gyárilag ismeri, ha a csatlakoztatni kívánt készülék csak a Modbus RTU-t támogatja RS485-on keresztül, akkor lehetőségünk van a Miniszerverhez egy úgynevezett MODBUS bővítményt kapcsolni (14.ábra) aminek a segítségével már integrálhatók lesznek a rendszerbe a Modbus RTU-n keresztül kommunikáló eszközök is.



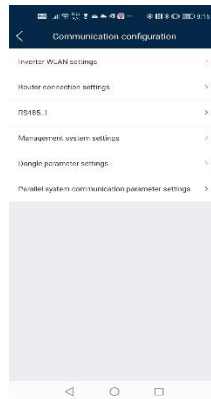
14. ábra: Loxone Modbus RTU bővítmény [11]

3.1 Inverter kommunikációs beállítása

Modbus TCP használatánál egy közös hálózatba kell kötni a két rendszert, amit egy router segítségével tehetünk meg. Ahhoz, hogy a miniszerver állandóan elérje az invertert, meg kell változtatnunk a gyári beállításokat ugyanis egy állandó IP címre van szükség, amin keresztül a miniszerver mindig el tudja érni az invertert. Gyárilag az inverterben DHCP van engedélyezve ezt kell megváltoztatnunk egy IP címre, amit az inverter menüjében tudjuk elvégezni a következő almenüben:

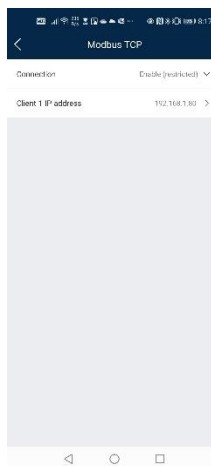
Settings/communication configuration/router connections settings

Menüben kikapcsoljuk a DHCP-t és beírunk egy IP címet a router IP cím tartományából.



15. ábra: *FusionSolar App - képernyőkép [saját készítés]*

Ezen kívül még szükségünk lesz a MODBUS TCP kapcsolat engedélyezésére, amit a következő menüben tehetünk meg:



16. ábra: *FusionSolarApp - képernyőkép [saját készítés]*

Itt mar csak a le kérdező szerver IP cím megadására van szükség, ami jelen esetben a Loxone miniszerver IP címe.

3.2 Okos otthon kommunikációs beállítása

A miniszerver felületen pedig a le kérdezendő inverter IP címét kell megadnunk, valamint beállítani a portot. A használandó portot a huawei SDongle aktuális firmware-jének a leírásában találjuk - SDongle V100R001C00SPC130 Release Documents [5,6]

Source Device	Source IP Address	Source Port	Destination Device	Destination IP Address	Destination Port (for Listening)	Protocol	Port Description
SDongleA	N/A	RS485	Inverters or Third-party RS485 devices	N/A	RS485	Modbus-RTU	Power station local communication management interface
SDongleA	N/A	USB Device	Inverters or PC	N/A	USB Host	Modbus-RTU	Power station local communication management interface
SDongleA	SDongleA IP	SDongle Automatic allocation	FusionSolar	FusionSolar IP	27250	Modbus-TCP	SDongleA connect to FusionSolar
Mobile	0.0.0.0	68	SDongleA	SDongleA IP	67	DHCP	WLAN DHCP Server, Assign IP for Mobile
Mobile APP	Router Assign IP	Auto	SDongleA	SDongleA IP	6606	Modbus-TCP	Customer access
Mobile APP	SDongleA Assign	Auto	SDongleA	SDongleA IP	6600	UDP	Discover SDongleA
Mobile APP	SDongleA Assign	Auto	SDongleA	SDongleA IP	6606	Modbus-TCP	Communication port with SDongle and Mobile APP
Third-Party App	Customer assigned IP White List	Auto	SDongleA	SDongle/Inver	502	Modbus-T	Communication port enabled by customer, allows customer connect to SDongle/Inverters. (Disable by default)

17. ábra: Huawei Communication Matrix [6]

Az ábrán látszik, hogy az 502-es portot kell használnunk. Ezt a következőképpen állíthatjuk be a miniszerver felületén:

Tulajdonság	Érték
Általános	
Megnevezés	Huawei Inverter 6KTL
Leírás	
☒ Diagnosztikai bemenet...	
Objektum típus	Modbus szerver
Beállítások	
Cím	192.168.1.11:502
Várakozási idő indulás utá...	10
Időtűllépés [ms]	1000
☒ Tördelt csomagok	

18. ábra: Loxone Config - képernyőkép [saját készítés]

4. Modbus kommunikációs címek

A következő lépés a le kérdezni kívánt értékek modbus címeinek a beállítása.

Ezeket az értékeket a Huawei Solar Inverter Modbus Interface Definitions (V3.0) nevű leírásban találjuk. [5]

Nekünk a következő adatokra lesz szükségünk:

1. táblázat: Modbus címek [saját szerkesztés]

DC Power	IO-cím	32064
	Parancs	3 -Holding Register Olvasása (4x)
	Adattípus	32-bit előjeles integer
Load Power	IO-cím	37500
	Parancs	3 -Holding Register Olvasása (4x)
	Adattípus	32-bit előjel nélküli integer
Battery SOC	IO-cím	37004
	Parancs	3 -Holding Register Olvasása (4x)
	Adattípus	16-bit előjel nélküli integer
Battery Power	IO-cím	37504
	Parancs	3 -Holding Register Olvasása (4x)
	Adattípus	32-bit előjeles integer

4.1 Loxone energia menedzser blokk ismertetése

A Loxone az intelligens teljesítmény elosztást a termeléstől, a fogyasztóktól, a prioritásoktól, a jelenléttől, az időjárás-előrejelzéstől és sok más paramétertől függően kezeli. Ennek során elsősorban a fő cél, az önellátás növelése.

Természetesen a legfontosabb érték az inverter aktuális termelése és az energia tároló feltöltöttségi állapota. Ezekről az értékektől függően tudjuk beállítani a fogyasztók működését. A fogyasztók bekapcsolási sorrendjét egyéb tényezőktől is függővé tehetjük.

Energia Menedzser szerkesztése

A pirossal jelölt kimenetek nincsenek csatlakoztatva és használaton kívül vannak

Prioritás	Kimenet	Szimbólum	Megnevezés	Előkészítési idő [s]	Minimális futási idő [min]	Minimális futási idő / nap [min]	Min futási idő/nap eddig...	Bekapcsolási teljesítmény [kW]	Névleges teljesítmény [kW]
1	L1	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
2	L2	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
3	L3	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
4	L4	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
5	L5	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
6	L6	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
7	L7	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
8	L8	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
9	L9	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
10	L10	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
11	L11	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0
12	L12	Szerkesztés...		60	0	0	Naplemente ▼	0	0

OK Mégse Segítség

19. ábra: Loxon Config Energia Menedzser blokk – képernyőkép [saját készítés]

A csatlakoztatott terhelések prioritásokat kapnak (1: magas, 12: alacsony). A bemenet (P) a rendelkezésre álló többleteljesítményt jelzi, az energiakezelő a lehető legtöbb eszközt bekapcsolja, a legmagasabb prioritástól kezdve.

A terhelések legalább a minimális bekapcsolási időig aktívak, a kikapcsolás után pedig inaktívak legalább a minimális kikapcsolási ideig. Ha minimális napi bekapcsolási idő van megadva, a megfelelő eszközök erre az időre aktiválódnak napnyugta előtt vagy a felhasználó által meghatározott időpontban (akár áramtöbblet nélkül is).

Ha a bemenet (P) már nem mutat többletenergiát, a készülék ismét kikapcsol. Egy olyan eszközt, amely már elérte a minimális futási idejét, le is lehet kapcsolni, hogy más eszközök elérjék minimális futási idejüket.

Az (L1-12) és (Prio) bemenetek használatával ez a viselkedés törölhető, és a készülék manuálisan vezérelhető. Ha ezeket a bemeneteket egy rövid impulzus (< 1 s) aktiválja, a bemenet aktív marad a napi minimális üzemidő eléréséig. Ha ez az idő már eltelt, a kimenet legalább a minimális futási időre aktiválva van. Folyamatos jel esetén (> 1s) a kimenet leeső él (L) vagy értékváltozás (P) után azonnal deaktiválódik, a minimális futási időt figyelmen kívül hagyja.

Aktiválási idő

Ha a terheléshez aktiválási idő van konfigurálva, akkor a megfelelő bemenetet (Start Load) aktiválni kell a terhelés bekapcsolása előtt.

Az aktiválási időszak alatt a készülék bekapcsolódik, hogy elvégezze a megfelelő előkészítő munkát (például: mosógép program indítása). Az aktiválási idő letelte után a készülék újra kikapcsol, ha nincs többlet energia.

Ettől kezdve a terhelés aktív és úgy működik, mintha nem lett volna beállítva aktiválási idő. A prioritás alapján automatikusan és manuálisan is vezérelhető (L vagy Prio bemenet).

A betöltés állapota a nap végén inaktívra áll vissza. A kézi visszaállítás a bemeneten (Off) keresztül lehetséges.

Számítási ciklus

A kimenetek állandó kapcsolásának elkerülése és a bemenet (P) válaszüdejének biztosítása érdekében a (P) értéket percenként legfeljebb egyszer értékeli ki.



20. ábra: Loxone mobil aplikáció [12]

5. A fogyasztók irányíthatósága

A legnagyobb problémát a fogyasztók irányíthatósága okozza. A legegyszerűbb eset, ha a fogyasztót a táp ki vagy bekapcsolásával tudjuk vezérelni. Ez azonban az esetek többségében nem lehetséges. Nyilván a legjobb eredményt akkor tudjuk elérni, ha már az épület tervezésénél azzal számolunk, hogy a fogyasztókat egy központi helyről fogjuk vezérelni. Jelen esetben minden helyiségben a fűtést az aljzatbetonba beépített fűtő kábel végzi. A fűtő kábelek csillagpontban lettek behúzva a miniszerver mellé a hozzájuk szükséges szenzorokkal együtt. Tehát az egész épület fűtését a miniszerver vezérli. Alapesetben ez az inverter működésétől függetlenül történik a beprogramozott logika alapján. Célunk ezen logikától függetlenül, akkor bekapcsolni a fűtő kábelt amikor az energia ingyen áll a rendelkezésünkre. Ez a fent említett energia modul segítségével probléma nélkül megvalósítható. A szóban forgó épületben az alaplogikán felül 3 helyiség van fűtve az inverter ingyen energiajával. Mivel a többi helyiség déli tájolású padlóig erő ablakokkal, ezért azokat akkor, amikor éppen az inverter termel – tehát süt a nap- passzívan melegítjük. Így esett a választásunk az északi tájolású szobákra. Így egy 760W-os egy 1460W-os és egy 1200W-os fűtő kábelt kapcsolunk be azokon a napokon amikor az időjárás ezt lehetővé teszi 1 – 1 órára. Az így nyert energiát a beton aljzat akkumulálja és így vagy már nem, vagy csak később kapcsol be aznap naplemente után a helyiség fűtése.

Azon fogyasztók melyek nem kerültek beintegrálásra még az épület tervezésénél egy kicsit körülményesebben vezérelhetők és az irányíthatóságuk függ a konkrét típustól. A következő sorokban bemutatok néhány módszert.

5.1 Inteligens dugalj

A Smart Socket Air egy kapcsolható vezeték nélküli vezérlésű aljzat hőmérséklet-, fogyasztás- és teljesítményméréssel, amely a Loxone Air technológián alapul.

Azon fogyasztók vezérelhetők rajta keresztül melyek a hálózati táp megjelenése után nem csak készenléti állapotba kapcsolnak be. Azon fogyasztókra is használható melyek az áramszünet után visszaállnak az áramszünet előtti állapotba.

Nagyon jól vezérelhető vele a klasszikus bojler. Az intelligens dugaljon keresztül, ha a bojler feszültséget kap, akkor elkezd melegíteni a vizet addig amíg

a benne levő termosztat ezt nem állítsa le vagy amíg ismét el nem vesszük tőle a feszültséget.



21. ábra: *Loxone Inteligens dugalj (Smart Socket Air) [13]*

A mai modern háztartási készülékek nagy többsége már úgynevezett okos készülék.

Ezeknél nem javasoljuk az intelligens dugaljak vagy vezérelhető adapterek használatát a hirtelen áramkimaradások miatt.

Sajnos ezeket a készülékeket nagyon nehéz integrálni az okosotthonba mivel mindegyik gyártó saját applikációt és felhő szolgáltatást fejlesztett ki hozzájuk. Ezeket a készülékeket nem tudjuk a táp ki/be kapcsolásával vezérelni – esetleg időzíteni tudjuk a különböző készülékek bekapcsolását. Ez sajnos nem minden esetben jó megoldás ugyanis a késleltetett bekapcsolásnál csak annak a valószínűsége nagyobb, hogy ha nappali órára toljuk el a kívánt feladatot, akkor akár süthet is a nap és lehet, hogy a zöld energia a rendelkezésünkre fog állni. Szerencsére néhány gyártó már észlelte ezt a hiányosságot és létrehoztak egy közös platformot, amin keresztül a támogatott háztartási készülékek integrálhatók egy 3. fel rendszerebe is – Home connect

5.2 Home connect

A Home Connect arra specializálódott, hogy egy digitális platform legyen a különböző márkák háztartási készülékei számára, összekötve őket partnerekkel és

szolgáltatásokkal. A Home Connect modullal egyszerűen és gyorsan vezérelhetjük a mosógépet, szárítógépet, mosogatógépet, sütőt, kávéfőzőt stb. Röviden, a Home Connect a háztartási készülékekre összpontosít.

Loxone a Home Connect interfész teljes integrációját kínálja – ami azt jelenti, hogy a Bosch, a Siemens és más támogatott háztartási készülékek egyszerűen és gyorsan integrálhatók a Loxone telepítésébe. Ez nagy hozzáadott értéket kínál, különösen az energiagazdálkodás terén. Az állapotok visszakereshetők, a beállítások módosíthatók, a programok elindíthatók és leállíthatók a segítségével. Hátránya a felhő alapú kommunikáció - internet kiesés a vezérlés elvesztését eredményezi.

Appliances with Home Connect



22. ábra: Home Connect készülékek gyártói [14]

5.2.1 Mosogató gép vezérlés Home connect segítségével

Miután bepakoltuk a mosogató gépet (edények, tisztítószer) és beállítottuk a kívánt programot – nem indítuk el, csak jeleznünk kell az okos otthon fele ezt a készenléti állapotot. Ezt a legegyszerűbben egy NFC Tag használatával tudjuk megoldani. A mobiltelefont az NFC Tag-hoz hozzá érintve jelezzük az okosotthonnak, hogy a mosogató gép készenléti állapotban van. Innentől fogva a mosogató gép várja az indítási parancsot, amit az okosotthon a home connecton keresztül fog elküldeni, de csak akkor ha teljesülnek az előre beállított paraméterek. Tehát pl. kapcsolja be a mosogató gépet, de csak akkor, ha már az energia tároló töltöttsége 90% felett van és az inverter kimenő teljesítménye nagyobb 1500W-nal az épület fogyasztásától. Ezt még függővé tehetjük az időjárástól is – tehát amennyiben a következő 24 órában nem fog sütni a nap akkor ettől függetlenül fusson le a mosogatási program pl. hajnali 4 órai kezdéssel, mivel akkor a két tarifás rendszerből éppen az éjjeli áramon vagyunk, ami természetesen olcsóbb de legkésőbb 36 órán belül mindenféleképpen teljesüljön a program.

5.3 Loxone IR bővítmény

A loxone bővítmények közül még megemlíteném az IR bővítményt, aminek a segítségével olyan fogyasztók vezérelhetők melyeknek egy IR távvezérlő is a tartozéka. A gyári távvezérlő segítségével az IR bővítmény betanítható és miután ez megtörtént már tudjuk is vezérelni a szóban forgó eszközt. Ezt leggyakrabban klimatizációk beltéri egységeihez alkalmazhatjuk. Így nagyon könnyen az okos otthon által vezérelhetővé tudjuk tenni szinte az összes gyártó beltéri egységeit, és ezáltal létrehozva egy téli és egy nyári üzem módot, az inverter által termelt villamos energiával ismét el tudjuk érni, hogy főleg akkor kapcsoljon be a hűtés vagy a fűtés amikor rendelkezésre áll a napenergia. Ez egyebkent a nyári időszakban szinte mindig teljesül is mivel a legnagyobb igény a hűtésre éppen akkor van, amikor süt a nap.



23. ábra: Loxone IR bővítmény [15]

5.4 Elektromos autó töltő

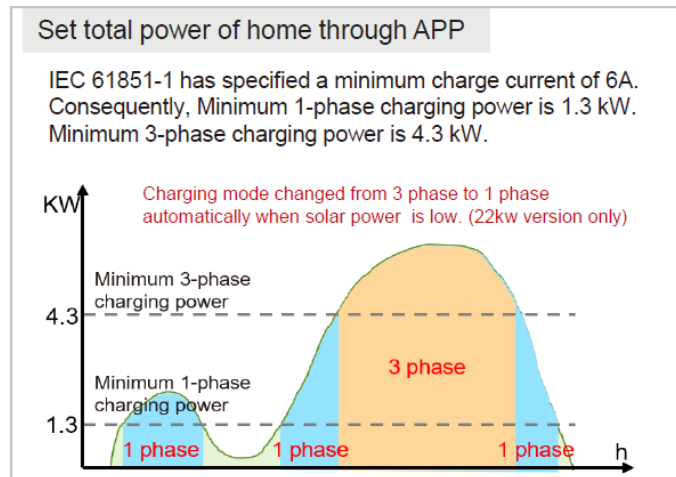
Az elektromos autó töltő integrációja talán a legfontosabb, ugyanis az elektromos autó a legnagyobb fogyasztónk a háztartásban.

A villanyautósok túlnyomó többségének ez a legfontosabb töltője. Ezek a töltők általában lassú töltők 1 vagy 3 fázisról, fázisonként 10-16 amperrel töltik az autó akkumulátorát. Így teljesen lemerült állapotról 8-10 óra alatt töltik fel az autót. A sebesség ezeknél a töltőknél nem gond, hiszen az autósok többsége nem teljesen lemerült akkumulátorral ér haza, így a töltés sem tart a maximális ideig. Ezek kizárólag váltóáramú

A gyakorlat azt mutatja, hogy az elektromos autó töltőn keresztüli töltésnek különböző szcénákat kell támogatnia melyeket hozzá illeszthetünk a felhasználók különböző igényeihez. Itt is természetesen a leghatékonyabb olyan időpontokban tölteni az autót amikor már az inverter alapesetben visszatermelne a hálózatba. Amennyiben az inverterrel kompatibilis töltőt vásároljuk meg, akkor lehetőségünk van úgy irányítani a töltést, hogy a lehető legtöbbet használja ki a napsütést.

A töltés vezérlő össze van kötve az okos mérővel (24.ábra) és a tőle kapott adatok alapján csökkenteni vagy éppen növelni tudja a töltés teljesítményt (25.ábra).





25. ábra: Töltési állapotok [7]

Azonban ebben az esetben nem tudunk fontossági sorrendet kialakítani az egyes nagy fogyasztók között. Ha az okosotthon beépítésre került, akkor a javasolt megoldás az elektromos autó töltő integrálása a rendszerbe. Így sokkal több lehetőségünk marad az elektromos energia effektív kihasználására.

5.4.2 Loxone Wallbox funkcióblokk ismertetése

Az elektromos autó töltőállomások vezérlésére szolgál.

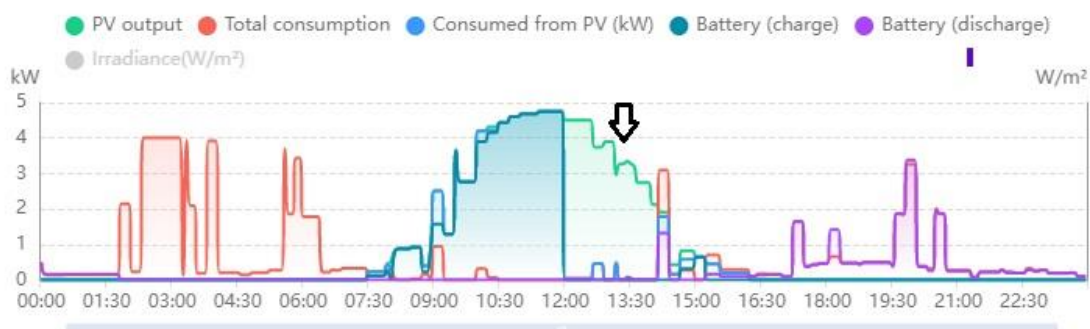
A jármű megfelelő teljesítményű, megfelelő időben történő feltöltése elengedhetetlen a hatékony energiagazdálkodáshoz. Ezért a funkcióblokk legfeljebb öt állítható töltési móddal van felszerelve, amelyek segítségével egyéni logika szerint korlátozható a töltési teljesítmény. Egy dedikált bemenet használatával a töltés megszakítható a hálózati csúcsok elkerülése vagy kiegyenlítése érdekében.

Configure charging Modes

Input	Name	Charging Power Limit [kW]
Lm1	PV	Value set by logic
Lm2	PV+Storage	Value set by logic
Lm3	Full charge	11
Lm4	Manuell	3.48
Lm5		0

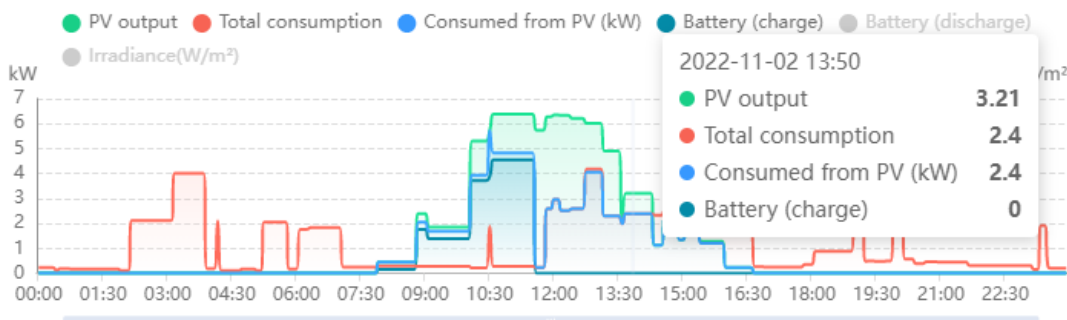
26. ábra: Loxon töltési módok beállítása, Loxone config - képernyőkép [saját készítés]

6. Következtetések



27. ábra: FusionSolar - képernyőkép [saját készítés]

A 27. ábrán látható termelési görbe zöld része (nyíllal jelölt) alatti terület az a termelés, amit mi ki szeretnénk használni hasznosan az okos otthon segítségével. Jelen esetben ez visszatermelésre került a hálózatba.



28. ábra: FusionSolar - képernyőkép [saját készítés]

A 28. ábrán 12 óra és 16 óra közötti termelés már az okosotthon által vezérelt fogyasztókon keresztül került felhasználásra.

Az északi tájolású szobákat (fürdőszoba és hálószoba) több héten keresztül megfigyeltem és az okos otthon segítségével egy egyszerű módszer segítségével le is tudtam mérni. Mivel az említett helyiségekben a fűtés fűtő kábel segítségével történik, nem szükséges külön teljesítmény mérés. Elég csak a fűtés be és kikapcsolása közötti időket loggolni amiből aztán nagyon könnyen kiszámítható az elfogyasztott villamos energia. Az eredeti fűtési logika szerint a fürdőszobában a kívánt hőmérséklet minden nap este 7 órára 23,5 °C. A miniszerver a külső hőmérséklettől függően dönti el, hogy mikor kell elkezdni a fűtést, hogy a kívánt érték a kívánt időpontra teljesüljön. Ezt a logikát bíráljuk mi felül és utasítást adunk a fűtés bekapcsolására akkor amikor éppen az inverterünk már visszatermelne a hálózatba. Egy hónapos megfigyelési időszakban 18-szor kapcsolt a fűtés az inverter által szolgáltatott energia miatt. Ilyenkor a padló hőmérséklet 26-27 °C közé melegedett és még kikapcsolt fűtésnél is elegendő volt a hőenergiája az aznap esti kívánt hőmérséklet eléréséhez. Így ezeken a napokon már nem volt szükség további hőenergiára. Tehát kimondhatjuk, hogy ezzel a módszerrel jelentős elektromos energia takarítható meg a teli időszakban főleg az elektromos fűtés használata által a nyári időszakban pedig az egyéb elektromos fogyasztók pl. bojler vagy elektromos autó töltő, kültéri medence fűtés stb. fogyasztóinak a megfelelő időben való kapcsolásával.

Túlfogyasztás védelem

Amennyiben egy épületben túl sok nagy fogyasztású elektromos berendezést használunk, nagyon könnyen előfordulhat olyan szituáció, hogy egyszerre túl sok nagy fogyasztónk van bekapcsolva és ez az épület túlfogyasztását és akár a főbiztosító kioldását is eredményezheti. Az okosotthon – inverter integrációja erre is megoldást jelenthet.

A fent említett módszerek valamelyikét használva ezeket a nagy fogyasztókat értem ez alatt főleg az elektromos fűtést az elektromos autó töltést és pl. szaunát (ahol a 9 kW-os fogyasztás sem ritka) vezérelhetővé kell tennünk. Ha ez sikerült, akkor az inverterhez csatlakoztatott okos mérő adatait kihasználva az okosotthonunk mindig fogja tudni az aktuális áram felvételt. Így már csak elég beállítanunk a maximum megengedett áram felvételt, amit az okosotthon állandóan figyel és ahogy ez a beállított határértéket túllépi a megadott sorrend szerint lekapcsolja valamelyik nagy fogyasztónkat.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni Szigety Zsolt konzulensemnek, aki a Huawei Technologies Hungary Kft. részéről számos szakmai anyaggal és jótanáccsal látott el a dolgozatom elkészítése során. Köszönet illeti meg a képzést tartó oktatókat, kiemelten Boros Rafael Rubent és Dr. Bodnár Istvánt. Nem utolsó sorban szeretném megköszönni Samodai Boglárkának, aki a szakdolgozatom megformázásában segített.

8. Összefoglalás

Szakdolgozatomban egy konkrét inverter típuson és okosotthon vezérlőn keresztül mutattam be a napenergia effektív kihasználását az épületben lévő fogyasztók és az inverter vezérlésen keresztül. Természetesen szinte az összes jelenleg piacon lévő inverter típus vezérelhető Modbus TCP vagy RTU-n keresztül, így ezeknek az implementációja nagyon hasonló.

Egy kicsit nagyobb problémát okoz egy már meglevő épület fűtésének és fogyasztóinak a vezérlése, ahol többnyire egymástól különálló egységek egymástól függetlenül végzik a feladatukat. Drótnélküli jel adók használatával azonban nagyon sok elektromos fogyasztó vezérelhető utólag is.

Pár hónap múlva fontos jogszabályi változás lép életbe az új építésű lakásoknál, csak közel nulla energiaigényű – az energetikai tanúsítványban elért legalább BB kategóriás – épületbe lehet beköltözni, azaz ilyen ingatlan kaphat használatbavételi engedélyt. És talán a legfontosabb az épület energiafogyasztásának ezentúl legalább 25 százalékát megújuló forrásból kell biztosítani.

Magyarországon a lakosság a legnagyobb energiafogyasztó, az összes felhasznált energia 33 százaléka köthető a háztartásokhoz. Ennek legnagyobb része, csaknem háromnegyede a lakások fűtésére és kisebb részben a hűtésükre megy el, 13 százaléka meleg víz előállítására, tizede világításra és elektromos készülékek használatára, míg 5 százalékát főzésre fordították a KSH adatai szerint. [16]

A jövőben valószínűsíthető, hogy egyre inkább jellemző lesz főleg az újépítésű épületeknél a termelés függő fogyasztás vezérlés használata a kisebb energia igény biztosítása miatt.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Huawei Technologies Co., Ltd. FusionSolar Residential & Commercial Datasheet_HU_Issue04_ 2020-10-06 – p. 6
- [2] Huawei Technologies Co., Ltd. SUN2000-450W-P Power Optimizer Application Note for HUAWEI Residential &... 2020-08-31 – p. 1
- [3] Huawei Technologies Co., Ltd. 001-FusionSolar Smart PV Residential Solution Walking Through_2021-02-03 – p. 6
- [4] Huawei Technologies Co., Ltd. FusionSolar Smart PV Residential Solution Training Slides (PV Energy Storage) 1-2022-5-25 – p. 3,11
- [5] Huawei Technologies Co., Ltd. Solar Inverter Modbus Interface Definitions Issue 04, 2022-10-18 pp.14-23
- [6] Huawei Technologies Co., Ltd. SUN2000MA V100R001C00 Communication Matrix Issue 02, 2022-01-26
- [7] Huawei Technologies Co., Ltd. FusionCharge AC charger-Feature introduction-V1.6 - p. 12
- [8] Huawei Technologies Co., Ltd. FusionSolar Smart PV Residential Solution Training Slides (PV Energy Storage) 2-2022-5-25 - p. 18, 19
- [9] Huawei Technologies Co., Ltd. FusionSolar Smart PV Residential Solution Training Slides (PV Energy Storage) 3-2022-5-25 - p. 18
- [10] Loxone GmbH felülete <https://www.loxone.com/cscz/kb/miniserver/> (letöltés dátuma 2022.11.15)
- [11] Loxone GmbH felülete <https://shop.loxone.com/sksk/modbus-extension.html> (letöltés dátuma 2022.11.15)
- [12] Loxone GmbH felülete <https://www.loxone.com/cscz/kb/monitor-toku-energie/> (letöltés dátuma 2022.11.15)
- [13] Loxone GmbH felülete <https://shop.loxone.com/cscz/smart-socket-air-typ-e.html> (letöltés dátuma 2022.11.15)
- [14] Home Connect GmbH felülete <https://www.home-connect.com/global> (letöltés dátuma 2022.11.15)

- [15] Loxone GmbH felülete <https://shop.loxone.com/cscz/ir-control-air.html>
- [16] https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo/mo_2019.pdf?utm_source=gemius&utm_medium=g7_cikk2&utm_campaign=Mesterhaz_2021Jan&utm_content=cikk2_ksh&utm_term=g7_cikk2_link_ksh (letöltés dátuma 2022.11.15)