

# SMART1 KONTROLER

---

Ivešić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:975387>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-02**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
PRIJEDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

Karlo Ivešić

# **SMART 1 KONTROLER**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2024.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
PRIJEDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

Karlo Ivešić

# **SMART1 KONTROLER**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Filip Žugčić, mag.ing.el.

KARLOVAC, 2024.

	<b>VELEUČILIŠTE U KARLOVCU</b> Trg J.J.Strossmayera 9 HR - 47000, Karlovac, Croatia Tel. +385 - (0)47 – 843-500 Fax. +385 - (0)47 – 843-503 e-mail: dekanat @ vuka.hr	Klasa: 602-11/18-01/____	
	<b>ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA</b>	Ur.broj: 2133-61-04-18-01  Datum:	

Ime i prezime	Karlo Ivešić		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta			
JMBAG			
Studij (staviti znak X ispred odgovarajućeg studija)	<input checked="" type="checkbox"/>	prijeddiplomski	<input type="checkbox"/> specijalistički diplomski
Naziv studija	Stručni studij Mehatronike		
Godina upisa	2016.		
Datum podnošenja molbe			
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom: <b>Smart1 Kontroler</b>	
Naslov teme na engleskom: <b>Smart1 Controller</b>	
Opis zadatka: U završnom radu razmatraju se funkcije i mogućnosti Smart1 kontrolera.  U okviru rada potrebno je: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati značenje EMS</li> <li>• Opisati funkcije Smart1 kontrolera</li> <li>• Opisati kako se konfigurira Smart1 kontroler</li> </ul>	
Mentor:	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svome mentoru, Žugčić Filipu, mag. ing. el. na razumijevanju, strpljenju, pristupačnosti te brojnim korisnim savjetima tijekom izrade ovog rada. Također se zahvaljujem obitelji i prijateljima na potpori i strpljenju.

Karlo Ivešić

## **SAŽETAK**

Svijet u kojem živimo bio bi nezamisliv bez tehnologije. Čovjeku tehnologija olakšava svakodnevni život. Ono o čemu će se pisati u ovom radu je tehnologija koja pomaže raspolagati energijom obnovljivih izvora, električnih automobila itd. Upravo u ovom radu će se prikazati mogućnosti upravljanja Smart1 kontrolera i kako on utječe na rad drugih sustava kako bi korisnik izvukao najveći mogući potencijal iz svoga postrojenja.

Ovaj završni rad govori o tome kako radi Smart1 kontroler i od čega se sastoji. U prvom dijelu ovog rada prikazati će se i objasniti nešto općenito o EMS (Energy Management System), a u drugom dijelu ćemo pokazati dijelove samog Smart1 kontrolera i njegove opcije unutar Smart1 softwarea. Za potrebe ovog rada koristio se Smart1 Config Software.

Ključne riječi: Smart1 kontroler, komponente, EMS

## **SUMMARY**

The world we live in would be unimaginable without technology. Technology makes everyday life easier for people. What we will discuss in this paper is technology that helps us manage energy in a world of renewable energy sources, in a world of electric cars, etc. In this paper, we will demonstrate the capabilities of the Smart1 controller and how it influences the operation of other systems so that the user can extract the maximum potential from their facility.

This final paper discusses how the Smart1 controller works and what it consists of, and we will also present an example of a facility where the Smart1 controller is installed. In the first part of this paper, we will present the components of the Smart1 controller itself and its options within the Smart1 software, and in the second part, we will show an example of a facility managed by the Smart1 controller. For the purposes of this paper, I used the Smart1 Config Software.

Keywords: Smart1 controller, components, EMS

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OPĆENITO O EMS (Energy Management System) SUSTAVIMA</b> .....	<b>2</b>
<b>3 SMART1 UPRAVLJANJE ENERGIJOM</b> .....	<b>3</b>
3.1 Što je upravljanje energijom? .....	3
3.2 Zadaci upravljanja energijom i primjeri upotrebe .....	4
3.3 Praćenje podataka fotonaponskih sustava.....	5
3.4 Optimizacija vlastite potrošnje upotrebom izravne kontrole .....	6
3.5 Optimizacija vlastite potrošnje uporabom baterije .....	8
3.6 Kombinirano upravljanje energijom (Baterija, FN, Potrošači, Električni automobili, Opterećenja) .....	9
<b>4 KOMUNIKACIJSKA ARHITEKTURA SMART1 EMS KONTROLERA</b> .....	<b>10</b>
<b>5 SMART1 EMS BACKEND SUSTAV</b> .....	<b>13</b>
5.1 Što je Backend? .....	13
5.2 EMS Backend .....	13
5.3 CPO Backend.....	14
5.4 OCPP .....	15
5.5 VPP Backend .....	17
5.6 Komunikacijska shema Smart1 EMS kontrolera.....	18
5.7 Lokalni distribuirani sustavi (Master-Slave) .....	19
<b>6 SMART1 KONTROLER</b> .....	<b>21</b>
6.1 Tehničke specifikacije .....	21
6.2 Izvedbe Smart1 kontrolera.....	23
6.2.1 Zidna izvedba kontrolera .....	23
6.2.2 Izvedba kontrolera za DIN šinu.....	23
6.2.3 Izvedba kontrolera za strujni ormar.....	24



<b>7</b>	<b>KONFIGURACIJA SMART1 KONTROLERA</b> .....	<b>25</b>
7.1	Pristup konfiguraciji kontrolera .....	25
7.2	Prva uporaba Smart1 kontrolera .....	26
7.3	Konfiguracija sistema Smart1 kontrolera .....	28
7.3.1	Modul „Information“ .....	28
7.3.2	Modul „Licences“ .....	29
7.3.3	Modul „Updates“ .....	30
7.3.4	Modul „System“ .....	32
7.4	Konfiguracija komponenata.....	33
7.4.1	Modul „Remote IO“ .....	33
7.4.2	Modul „Counters“ .....	34
7.4.3	Modul „Sensors“ .....	35
7.4.4	Modul „RF-Systems“ .....	36
7.4.5	Modul „Controls“ .....	36
7.4.6	Modul „BHKW“ .....	37
7.4.7	Modul „Battery“ .....	37
7.4.8	Modul „E-Mobility“ .....	38
7.4.9	Modul „Inverterscan“ .....	39
7.4.10	Modul „Inverters“ .....	40
7.4.11	Modul „PV Reduction“ .....	41
<b>8</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>44</b>

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Izvedbe Smart1 kontrolera .....	1
Slika 2. EMS (Energy Management System) [3] .....	2
Slika 3. Smart1 kontroler.....	3
Slika 4. Upravljanje energijom.....	4
Slika 5. Uvid u proizvodnju energije [Autor: Karlo Ivešić] .....	5
Slika 6. Prikaz raspodjele energije [Autor: Karlo Ivešić].....	8
Slika 7. Kombinirano upravljanje energijom [Autor: Karlo Ivešić].....	9
Slika 8. Kombinirano upravljanje energijom .....	10
Slika 9. LAN Kabel i RS485 Kabel [7], [8] .....	11
Slika 10. EMS Backend.....	14
Slika 11. Smart1 portal lista korisnika [Autor: Karlo Ivešić].....	15
Slika 12. Upstream backend u Smart1 sučelju [Autor: Karlo Ivešić] .....	16
Slika 13. Virtualna elektrana [17].....	17
Slika 14. Komunikacijska shema Smart1 .....	18
Slika 15. Izlazni portovi u komercijalnim mrežama.....	18
Slika 16. Lokalni Master-Slave sustav .....	19
Slika 17. Smart1 kontroler bez kućišta.....	21
Slika 18. Priklučci Smart1 kontrolera .....	22
Slika 19. Zidna izvedba kontrolera.....	23
Slika 20. Izvedba kontrolera za DIN šinu.....	23
Slika 21. Primjer ugradnje kontrolera [Autor: Karlo Ivešić].....	24
Slika 22. Izvedba kontrolera u strujnom ormaru .....	24
Slika 23. Smart1 Config Software [Autor: Karlo Ivešić] .....	25
Slika 24. Odabir načina komunikacije kontrolera [Autor: Karlo Ivešić] .....	26
Slika 25. Početni prozor za konfiguraciju [Autor: Karlo Ivešić].....	27
Slika 26. Konfiguracija Smart1 kontrolera [Autor: Karlo Ivešić].....	28
Slika 27. Prikaz modula „Information“ [Autor: Karlo Ivešić] .....	29
Slika 28. Uvid u instalirane licence [Autor: Karlo Ivešić] .....	30
Slika 29. Prikaz najnovijeg dostupnog firmware-a [Autor: Karlo Ivešić].....	31
Slika 30. Prozor modula System [Autor: Karlo Ivešić].....	32
Slika 31. Prozor za konfiguraciju komponenata [Autor: Karlo Ivešić].....	33
Slika 32. Izbor komponenata u „Remote IO“ modulu [Autor: Karlo Ivešić].....	34

Slika 33. Primjer ponuđenih podataka sa brojila [Autor: Karlo Ivešić] .....	34
Slika 34. Primjer ponuđenih ostalih podataka sa komponente [Autor: Karlo Ivešić] .....	35
Slika 35. Prikaz funkcija za kontrolu [Autor: Karlo Ivešić] .....	36
Slika 36. Podešavanje kogeneracijskog postrojenja [Autor: Karlo Ivešić] .....	37
Slika 37. Kombinacija sustava sa baterijom [18] .....	38
Slika 38. Kombinacija sustava sa punionicama [19] .....	39
Slika 39. Prozor za odabir invertera [Autor: Karlo Ivešić] .....	40
Slika 40. Prozor za unos podataka invertera [Autor: Karlo Ivešić] .....	40
Slika 41. Izbor redukcije aktivne ili reaktivne snage [Autor: Karlo Ivešić] .....	41
Slika 42. EZA Regulator [20] .....	42

## 1. UVOD

Mnogi ljudi danas na svojim kućama, poslovnim zgradama, imaju ugrađene fotonaponske sustave koje koriste za opskrbu električnom energijom, a isto tako svjedoci smo kako automobilska industrija električnih automobila je sve veća, pa su potrebe za punjačima električnih automobila sve veće. Upravo u tom smjeru za uštedu energije ili upravljanjem opterećenjima na ovakvim sustavima koristimo EMS (Energy Management System) sustave koji pomažu u tome. Tu dolazimo i do Smart1 kontrolera koji je za to specijaliziran i nudi razne oblike upravljanja energijom i korištenje iste. Smart1 kontroler nudi rješenja u mnogim granama gdje se koristi električna energija.



*Slika 1. Izvedbe Smart1 kontrolera*

## 2. OPĆENITO O EMS (Energy Management System) SUSTAVIMA

EMS je skup alata koji kombinira softver i hardver kako bi optimalno raspodijelio tokove energije između povezanih distribuiranih energetske resursa. Tvrtnice koriste sustave za upravljanje energijom kako bi optimizirale proizvodnju, pohranu i/ili potrošnju električne energije kako bi smanjile troškove i emisije te stabilizirale elektroenergetsku mrežu. Korištenjem sustava za upravljanje energijom, veliki potrošači energije mogu precizno odrediti koliko energije troše. EMS prikuplja, analizira i vizualizira podatke u stvarnom vremenu te dinamički kontrolira tokove energije. Sustav za upravljanje energijom je temeljni element budućih slučajeva upotrebe energije jer inteligentno nadzire i kontrolira različite energetske resurse unutar kućanstva, zgrade ili većeg mjesta. [1] EMS nisu ograničeni na upotrebu u industrijama, već oni također mogu pomoći komercijalnim tvrtkama, općinama, komunalnim i stambenim poduzećima da značajno smanje potrošnju energije i troškove. Korištenjem sustava upravljanja energijom tvrtke mogu smanjiti potrošnju energije za čak 30 posto. [2]



Slika 2. EMS (Energy Management System) [3]

### 3 SMART1 UPRAVLJANJE ENERGIJOM

#### 3.1 Što je upravljanje energijom?

Upravljanje energijom je proaktivno i sustavno nadziranje, kontrola i optimizacija potrošnje energije jednog ili više postrojenja kako bi se smanjila potrošnja i smanjili troškovi energije. EMS kontroler postavlja visoke zahtjeve zbog svojih opsežnih funkcija, osobito u pogledu integracije s drugim uređajima. Struktura povezivanja je izuzetno složena jer Smart1 kontroler pruža mnogo opcija povezivanja.

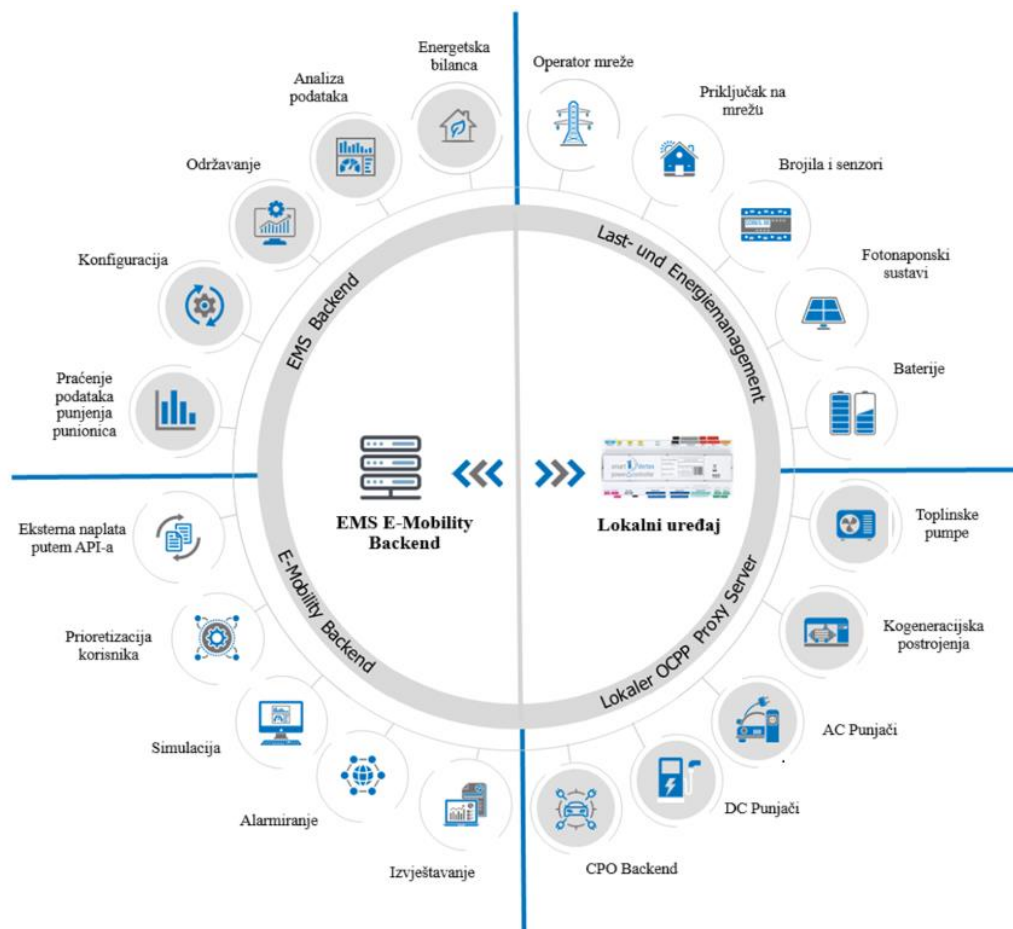
Upravljanje energijom odnosi se na učinkovitu kontrolu i nadzor svih energetske komponenti u sustavu kako bi se optimalno koordinirali potrošnja, proizvodnja i skladištenje energije. Odluka o korištenju EMS kontrolera (sustava za upravljanje energijom) omogućava inteligentnu regulaciju različitih komponenti kao što su grijači elementi, kogeneracijska postrojenja, FN inverteri, baterije, itd. [2]



Slika 3. Smart1 kontroler

### 3.2 Zadaci upravljanja energijom i primjeri upotrebe

Ova tema pruža sveobuhvatan uvid u značajnu ulogu upravljanja energijom u različitim područjima. Pokazuje kako upravljanje energijom može doprinijeti povećanju energetske učinkovitosti, smanjenju troškova i minimiziranju utjecaja na okoliš. Osim toga, usredotočenost na upravljanje energijom može dovesti do inovacija i tehnološkog napretka u području energetske učinkovitosti. Razvoj novih tehnologija, sustava i praksi može pomoći organizacijama da budu konkurentnije na tržištu i prilagode se zahtjevima održivog razvoja.

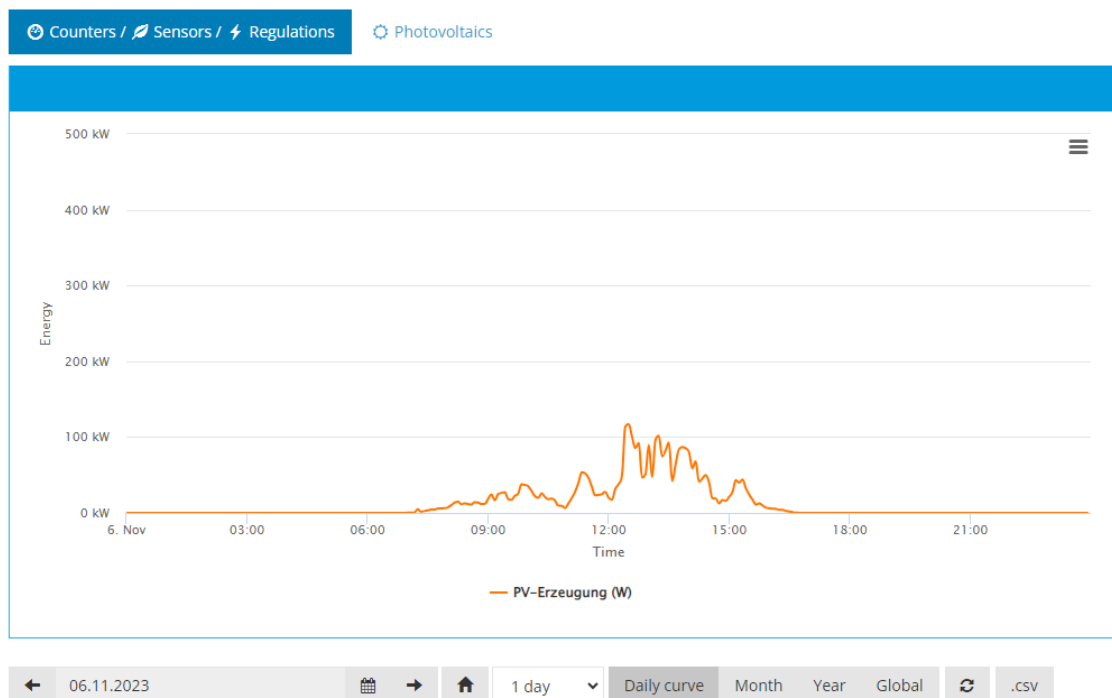


Slika 4. Upravljanje energijom

### 3.3 Praćenje podataka fotonaponskih sustava

Sustav nadzora fotonaponskih sustava prikuplja i analizira niz parametara koji se mjere u FN sustavu kako bi se nadgledala i/ili procijenila njegova izvedba. Za osiguranje pouzdanog i stabilnog rada svakog FN sustava, ključno je imati učinkovit sustav nadzora. Nadalje, sustav nadzora prati različite informacije o proizvodnji energije i izvještava i daje nam uvid u greške koje se događaju u sistemu. Ovo je jedan od najkorisnijih sustava za detekciju problema i rješavanja istih. U radu biti će prikazan detaljniji prikaz na ovoj platformi. [4]

#### Data Analysis



Slika 5. Uvid u proizvodnju energije [Autor: Karlo Ivešić]



### 3.4 Optimizacija vlastite potrošnje upotrebom izravne kontrole

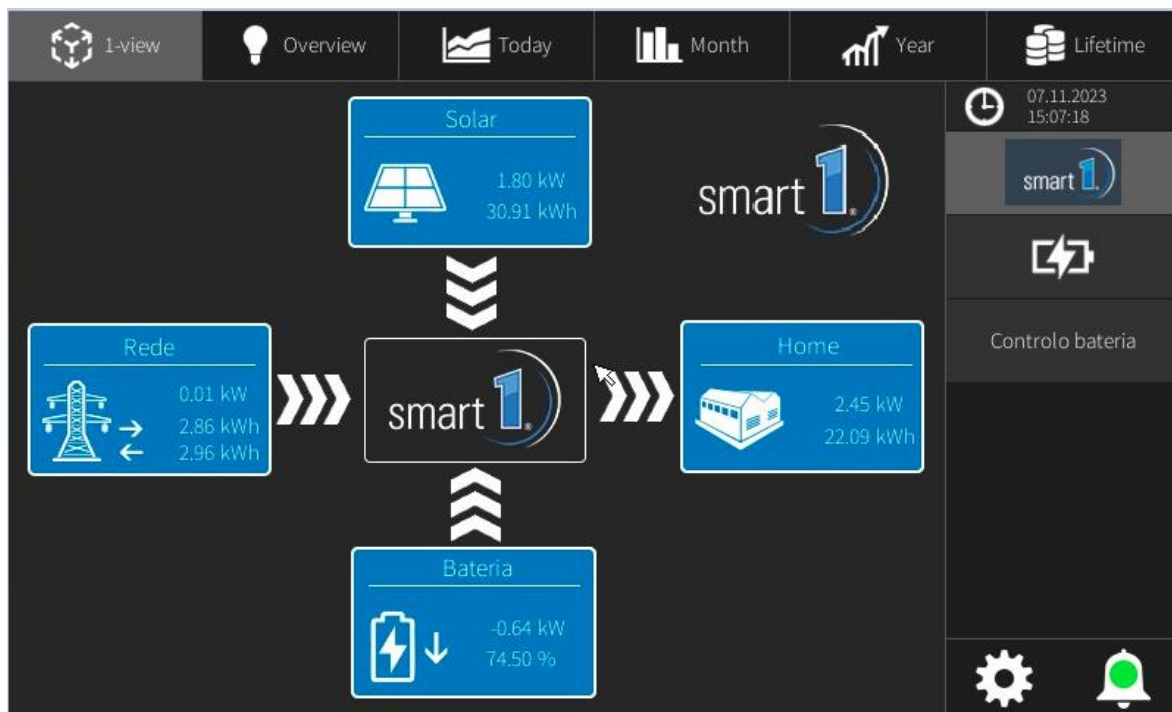
Optimizacija vlastite potrošnje putem izravne kontrole je strategija koja se često koristi pri upravljanju sustavima za korištenje obnovljivih izvora energije, kao što su fotonaponski (FN) sustavi. Glavni cilj ovog pristupa je maksimizirati korištenje lokalno proizvedene obnovljive energije, obično za proizvodnju električne energije, kako bi se zadovoljile energetske potrebe kućanstva ili objekta. Evo kako funkcionira optimizacija vlastite potrošnje putem izravne kontrole:

- **Lokalna proizvodnja energije:** Ova strategija oslanja se na lokalni izvor obnovljive energije, poput solarnih panela. Fotonaponske solarne elektrane pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju i proizvode energiju na mjestu potrošnje.
- **Upravljanje potrošnjom energije:** Izravna kontrola služi za upravljanje potrošnjom energije u prostorima gdje je sustav obnovljive energije instaliran. Sustav upravljanja energijom (EMS) za to koristi uređaje kao što su brojila, pretvarači i baterijski sustavi za pohranu energije.
- **Prioritizacija lokalne energije:** EMS optimizira potrošnju energije tako što daje prednost korištenju lokalno proizvedene energije u odnosu na energiju iz mreže. To znači da se višak energije, proizveden iz obnovljivih izvora, koristi za pokrivanje trenutnih potreba zgrade.
- **Prebacivanje opterećenja:** Optimizacija vlastite potrošnje može uključivati prebacivanje opterećenja, pri čemu se energetske intenzivni zadaci, poput punjenja električnih vozila ili grijanja vode, planiraju za vrijeme kada obnovljivi izvor energije aktivno proizvodi električnu energiju.
- **Komunikacija s elektroenergetskom mrežom:** EMS sustav može komunicirati s mrežom, ali cilj je minimizirati ovisnost o mrežnoj energiji, posebno u razdobljima visoke proizvodnje energije iz obnovljivih izvora.
- **Ekonomске i ekološke prednosti:** Optimizacija vlastite potrošnje putem izravne kontrole može donijeti nekoliko prednosti, uključujući niže troškove energije, manje emisije stakleničkih plinova i veću energetske neovisnost.

Ovaj pristup je posebno važan za maksimiziranje povrata investicija u sustave obnovljivih izvora energije, jer osigurava učinkovito korištenje energije proizvedene iz FN modula ili drugih izvora na mjestu potrošnje, čime se smanjuje potreba za el. energijom iz mreže. Također doprinosi ciljevima održivosti smanjujući ugljični otisak povezan s potrošnjom energije. [6]

### 3.5 Optimizacija vlastite potrošnje uporabom baterije

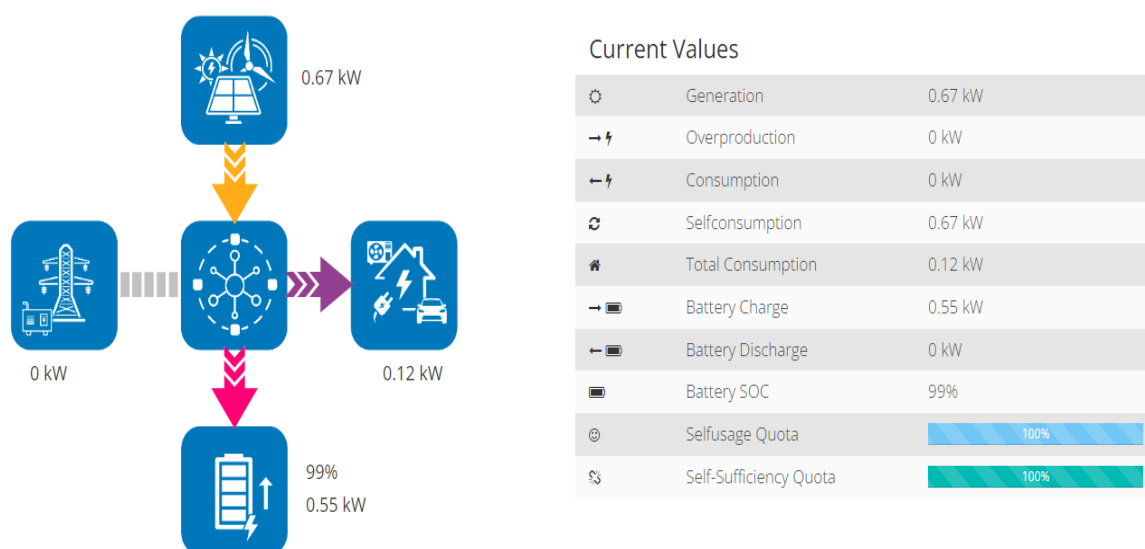
Ova optimizacija vlastite potrošnje kombinira obnovljive izvore energije, kao što su solarni paneli, sa sustavima za pohranu energije (baterijama), kako bi se maksimalno iskoristila lokalno proizvedena energija da bi se ovisnost o elektroenergetskoj mreži smanjila na minimum. Ovaj pristup je posebno vrijedan kada proizvodnja obnovljive energije, poput solarne energije, ne odgovara uvijek potrošnji energije u kućanstvu ili objektu. Na ovoj slici možemo vidjeti proizvodnju solarne energije u kombinaciji sa baterijom, gdje se potrebe kućanstva ili objekta nadomještaju sa energijom iz oba sustava.



Slika 6. Prikaz raspodjele energije [Autor: Karlo Ivešić]

### 3.6 Kombinirano upravljanje energijom (Baterija, FN, Potrošači, Električni automobili, Opterećenja)

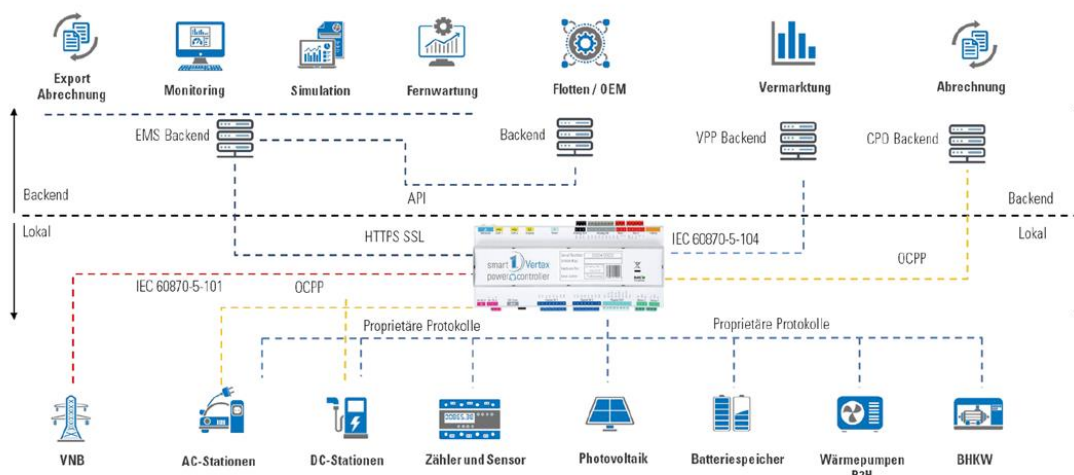
Kombinirano upravljanje energijom je pristup upravljanju različitim aspektima energetske sustava unutar objekta. Integrira više komponenti, uključujući baterije, fotonaponske sustave (FN), punionice električnih automobila, kogeneracijske uređaje, toplinske pumpe, grijače za vodu i druge različite potrošače energije, kako bi se optimizirala potrošnja energije, smanjili troškovi i poboljšala energetska učinkovitost. Ovaj pristup uzima u obzir interakcije između ovih komponenti i cilja maksimizirati prednosti svake pojedine komponente istovremeno minimizirajući ovisnost o elektroenergetskoj mreži.



Slika 7. Kombinirano upravljanje energijom [Autor: Karlo Ivešić]

## 4 KOMUNIKACIJSKA ARHITEKTURA SMART1 EMS KONTROLERA

Komunikacijska arhitektura sustava za upravljanje energijom (EMS) čini osnovu koja određuje kako se različite komponente i uređaji unutar EMS-a međusobno povezuju i razmjenjuju informacije. Ova arhitektura ima ključnu ulogu u nesmetanom radu i učinkovitoj kontroli sustava. Omogućuje besprijekornu razmjenu podataka, daljinsko praćenje i donošenje odluka u stvarnom vremenu.



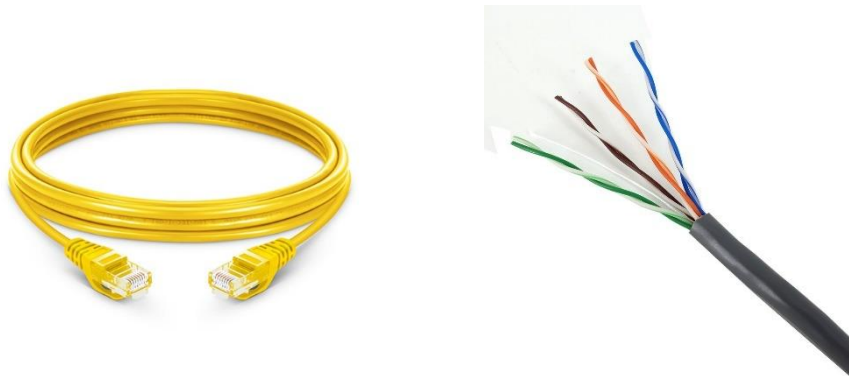
Slika 8. Kombinirano upravljanje energijom

Zbog svih svojih mogućnosti, EMS kontroler je vrlo zahtjevan, osobito u pogledu povezivanja s drugim uređajima. Arhitektura povezivanja je vrlo složena jer Smart1 upravljački sustav nudi mnogo opcija za povezivanje s njim.

Lokalne komponente u sustavu za upravljanje energijom (EMS) povezane su s EMS-om putem različitih komunikacijskih sredstava i protokola. Ova veza omogućuje prikupljanje podataka o potrošnji energije i upravljanje potrošačima i proizvođačima energije. Evo nekoliko uobičajenih metoda povezivanja:

- **Bežična komunikacija** - Mnogi moderni EMS koriste bežične tehnologije kao što su Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave ili Bluetooth, za komunikaciju s lokalnim komponentama. To omogućuje jednostavnu instalaciju i fleksibilnu povezanost.

- **Komunikacija putem žice** - Neke komponente mogu biti povezane s EMS-om putem ožičenih veza kao što su Ethernet (LAN) ili RS-485. Ova metoda se često koristi za uređaje koji zahtijevaju pouzdanu i brzu vezu.



Slika 9. LAN Kabel i RS485 Kabel [7], [8]

- **Modbus TCP** (Transmission Control Protocol) - Modbus TCP je uobičajena varijanta Modbus protokola koja se temelji na Ethernetu i TCP/IP-u (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Često se koristi u industrijskim automatizacijskim sustavima i automatizaciji zgrada. Modbus TCP koristi Ethernet mrežu kao fizički sloj za komunikaciju. To omogućuje povezivanje uređaja putem široko rasprostranjenog mrežnog protokola, što olakšava integraciju u postojeće mrežne infrastrukture. [9]
- **Modbus RTU** (Remote Terminal Unit) - Modbus RTU je još jedna varijanta Modbus protokola koja se, za razliku od Modbus TCP-a, temelji na serijskoj komunikaciji. Ovaj protokol se često koristi gdje je udaljenost između uređaja ograničena. Modbus RTU je serijski komunikacijski protokol i koristi serijska sučelja kao što su RS-232 ili RS-485 za prijenos podataka. Ova sučelja omogućuju komunikaciju na relativno kratkim udaljenostima, obično od nekoliko metara do nekoliko kilometara, ovisno o korištenoj hardverskoj opremi. [10]

- **IEC 60870-5-101** (također poznat kao IEC 870-5-101) je međunarodna norma koju je početkom 90-ih godina objavila IEC (Međunarodna elektrotehnička komisija). Protokol je našao široku primjenu u energetsom sektoru i koristi se i danas. Temelji se na EPA arhitekturi (Enhanced Performance Architecture) i definira samo fizičku vezu i aplikacijske slojeve OSI modela. [11]
- **HTTPS** (Hypertext Transfer Protocol Secure) je sigurna verzija HTTP protokola koja koristi SSL/TLS protokol za šifriranje i autentifikaciju. HTTPS je specificiran kroz RFC 2818 (svibanj 2000.) i standardno koristi port 443 umjesto HTTP priključka 80. HTTPS omogućava korisnicima web stranica siguran prijenos osjetljivih podataka poput brojeva kreditnih kartica, bankovnih informacija i podataka za prijavu preko interneta. Iz tog razloga, HTTPS je posebno važan za osiguravanje online aktivnosti poput kupovine, bankarstva i udaljenog rada. Međutim, HTTPS se brzo pretvara u standardni protokol za sve web stranice, bez obzira razmjenjuju li se osjetljivi podaci sa korisnicima ili ne. [12]
- **API** (Application Programming Interface) je skup definiranih pravila koja omogućuju različitim aplikacijama da međusobno komuniciraju. Ona djeluje kao posrednički sloj koji obrađuje prijenose podataka između sustava i omogućuje tvrtkama da svoje aplikacijske podatke i funkcije stavljaju na raspolaganje vanjskim razvojnim programerima i korisnicima. Definicije i protokoli unutar API-a pomažu tvrtkama da povežu mnoge različite aplikacije koje koriste u svakodnevnom poslovanju. Za programere, dokumentacija API-ja pruža sučelje za komunikaciju između aplikacija i olakšava integraciju aplikacija. [13]

## 5 SMART1 EMS BACKEND SUSTAV

### 5.1 Što je Backend?

Backend je sve ono što korisnici ne vide a što je neophodno da bi web stranica ili aplikacija funkcionirala. Pod backendom podrazumijevamo kod koji se nalazi na serveru, gdje korisnik ne može direktno pristupiti. Backend je sakriven i upravlja čitavim sistemom aplikacije ili web stranice. U pitanju je ključni element, i bez njega aplikacija ne bi mogla raditi kako treba. Backend je mjesto gdje se u bazu podataka unose svi podaci koji su obrađeni u aplikaciji, i od tuda se ti podaci povlače. Nakon što se podaci obrade kako treba, oni prelaze na web stranicu putem API-ja. [14]

### 5.2 EMS Backend

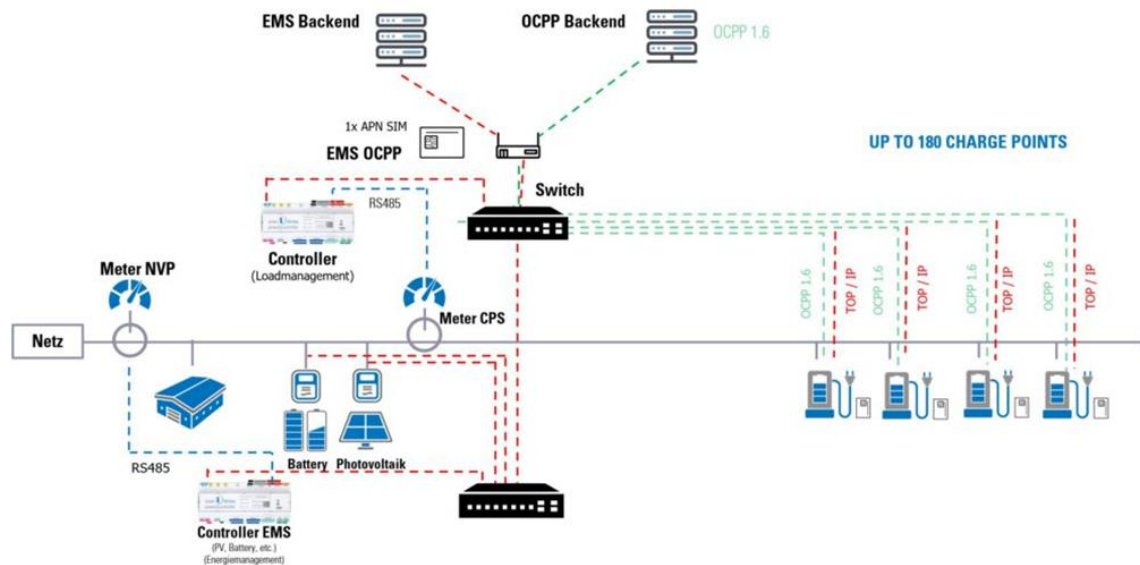
EMS backend može biti povezan s drugim backendom (flotom/OEM) putem API ključeva. Backend je povezan s kontrolerom putem HTTPS SSL protokola. VPP backend koristi IEC 60870-5-104 protokol za povezivanje s kontrolerom. CPO backend koristi OCCP protokol.

EMS backend se odnosi na pozadinske ili serverske komponente sustava i igra ključnu ulogu u upravljanju podacima i procesima. To uključuje:

- Upravljanje podacima
- Obrada podataka
- Kontrola i optimizacija
- Korisničko sučelje
- Izvješća i analize
- Sigurnost i kontrola pristupa
- Komunikacija s uređajima

Ukratko, EMS backend predstavlja jezgru sustava za upravljanje energijom i preuzima procese upravljanja, nadzora i optimizacije podataka. Odgovoran je za donošenje odluka temeljenih na podacima i omogućava korisnicima učinkovito upravljanje energetske resursima uz osiguranje sigurnosti i fleksibilnosti.





Slika 10. EMS Backend

### 5.3 CPO Backend

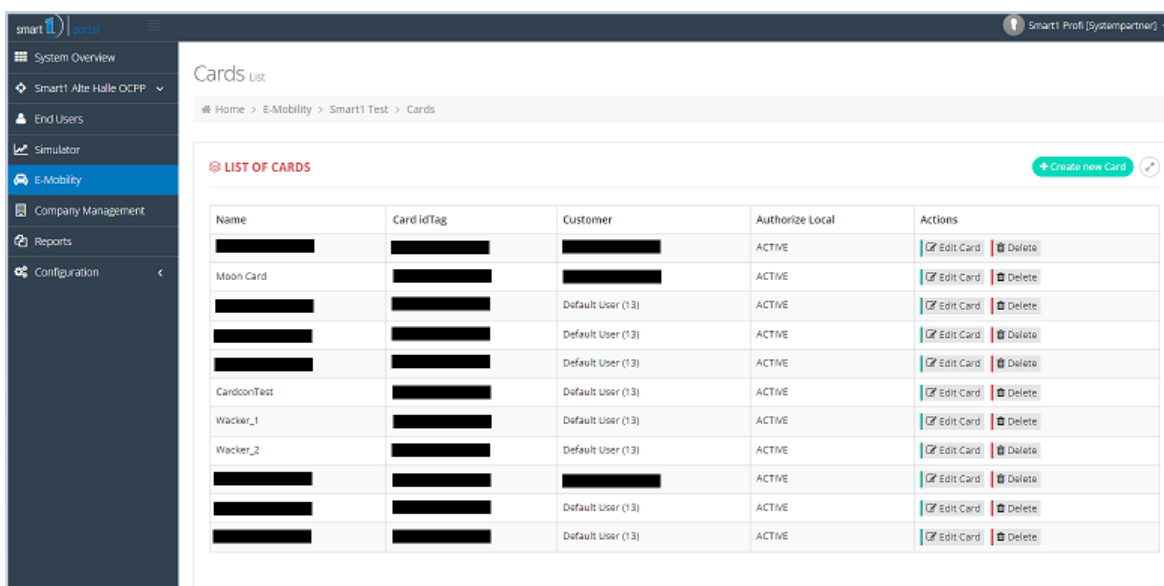
CPO (Central Platform Operator) backend, predstavlja srce operacija za električne punionice. Ovaj sustav obuhvaća skup serverskih komponenti i softverskih alata koje koristi centralni operator punionica kako bi upravljao mrežom punionica. Ovaj backend sustav omogućuje CPO-u da nadzire i upravlja svakom punionicom u mreži iz jednog središnjeg mjesta. To uključuje upravljanje punjenjem, praćenje statusa punionica, prikupljanje podataka o potrošnji energije, upravljanje naplatom, dijagnostiku kvarova i njegovo održavanje, te izvještavanje i analizu performansi mreže.

U suštini, CPO backend osigurava da mreža punionica radi učinkovito i pouzdano, pružajući korisnicima električnih vozila sigurno i jednostavno iskustvo punjenja. Osim toga, pruža operateru punionica sve potrebne alate i informacije kako bi uspješno upravljao svojom mrežom punionica i prilagodio se potrebama tržišta električnih vozila. [15]

## 5.4 OCPP

OCPP je značenje za "Open Charge Point Protocol". To je standardizirani komunikacijski protokol koji se koristi u sektoru koji obuhvaća električna vozila. OCPP omogućuje komunikaciju između punionica električnih vozila i središnjih sustava naplate ili drugih sustava upravljanja. [16]

Glavna svrha Smart1 Local OCPP backenda je autorizirati, odrediti prioritete, nadzirati i bilježiti transakcije svakog punjenja automobila. Na primjer, OCPP kontrolira koji korisnik smije koristiti određeni način punjenja, a mogu se postaviti za brzo, normalno i sporo punjenje. Ako kupac ima autorizaciju za brzo punjenje pomoću RFID kartice, OCPP će omogućiti brzo punjenje za ovog korisnika.

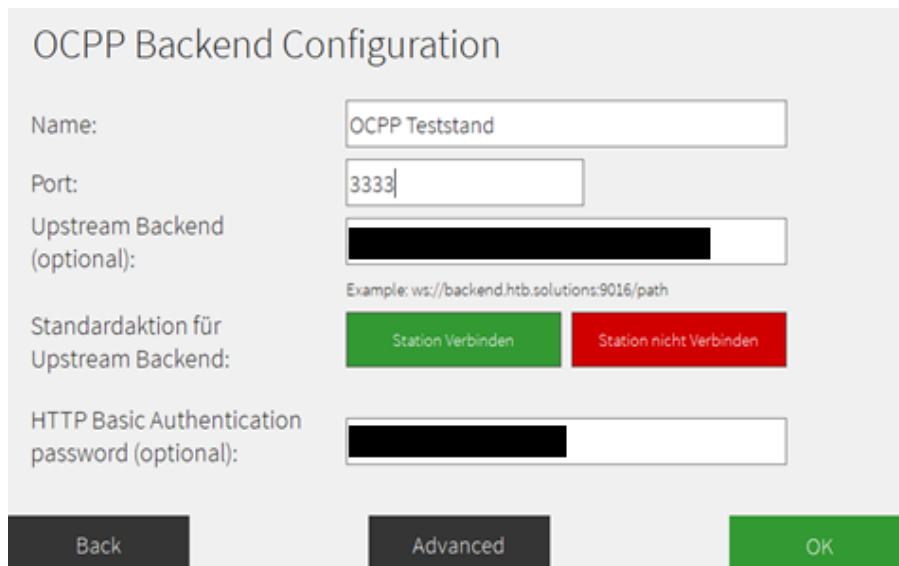


Name	Card idTag	Customer	Authorize Local	Actions
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
Moon Card	[REDACTED]	[REDACTED]	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
[REDACTED]	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
[REDACTED]	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
[REDACTED]	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
CardoonTest	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
Wacker_1	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
Wacker_2	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
[REDACTED]	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>
[REDACTED]	[REDACTED]	Default User (13)	ACTIVE	<a href="#">Edit Card</a> <a href="#">Delete</a>

Slika 11. Smart1 portal lista korisnika [Autor: Karlo Ivešić]

Preko OCPP-a u Smart1 portalu pod E-Mobility, možemo definirati i stvoriti popis za naše korisnike te postaviti prioritete za svakog korisnika. Korištenje OCPP-a omogućava standardiziranu komunikaciju između različitih punionica različitih proizvođača i različitih pozadinskih sustava. Takav protokol omogućava veliku fleksibilnost u području elektromobilnosti, budući da različite punionice mogu bez problema komunicirati s različitim backend sustavima.

Prijenos podataka iz lokalnog OCPP backenda na Upstream backend u području elektromobilnosti omogućuje centralizirano upravljanje, nadzor i analizu punionica. Upstream backend je backend koji prosljeđuje informacije tj. podatke na drugi backend, kao što je u ovom slučaju Smart1, koji prosljeđuje podatke na drugi backend. Ovo olakšava donošenje odluka temeljenih na podacima, upravljanje energijom i upravljanje opterećenjem. Također poboljšava rješavanje problema, održavanje i optimizira rad infrastrukture u industriji električnih automobila. [16]



OCPP Backend Configuration

Name:

Port:

Upstream Backend (optional):

Example: ws://backend.htb.solutions:9016/path

Standardaktion für Upstream Backend:

HTTP Basic Authentication password (optional):

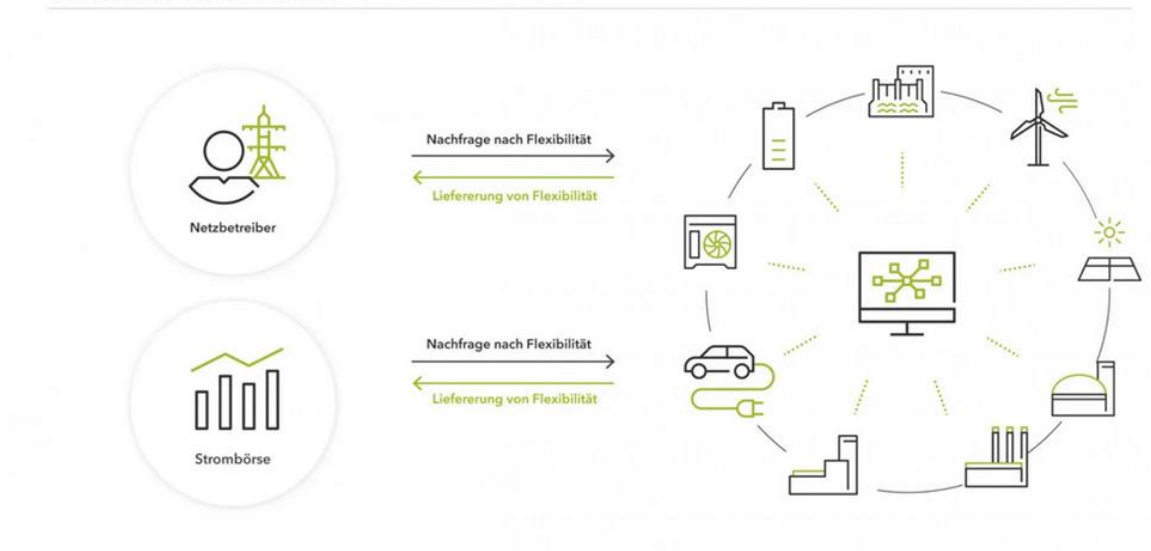
Slika 12. Upstream backend u Smart1 sučelju [Autor: Karlo Ivešić]

## 5.5 VPP Backend

Virtualna elektrana je sustav upravljanja energijom temeljen na Cloud-u koji kombinira različite energetske resurse kao što su fotonaponski sustavi, vjetro turbine, baterije..., kako bi radili kao jedinstvena i fleksibilna jedinica za proizvodnju i upravljanje električnom energijom. VPP backend odgovoran je za koordinaciju i optimizaciju rada navedenih resursa.

VPP backend služi kao središnji centar za kontrolu i odlučivanje za virtualne elektrane i omogućuje učinkovito upravljanje i korištenje distribuiranih energetske resursa na koordiniran i optimiziran način.[17]

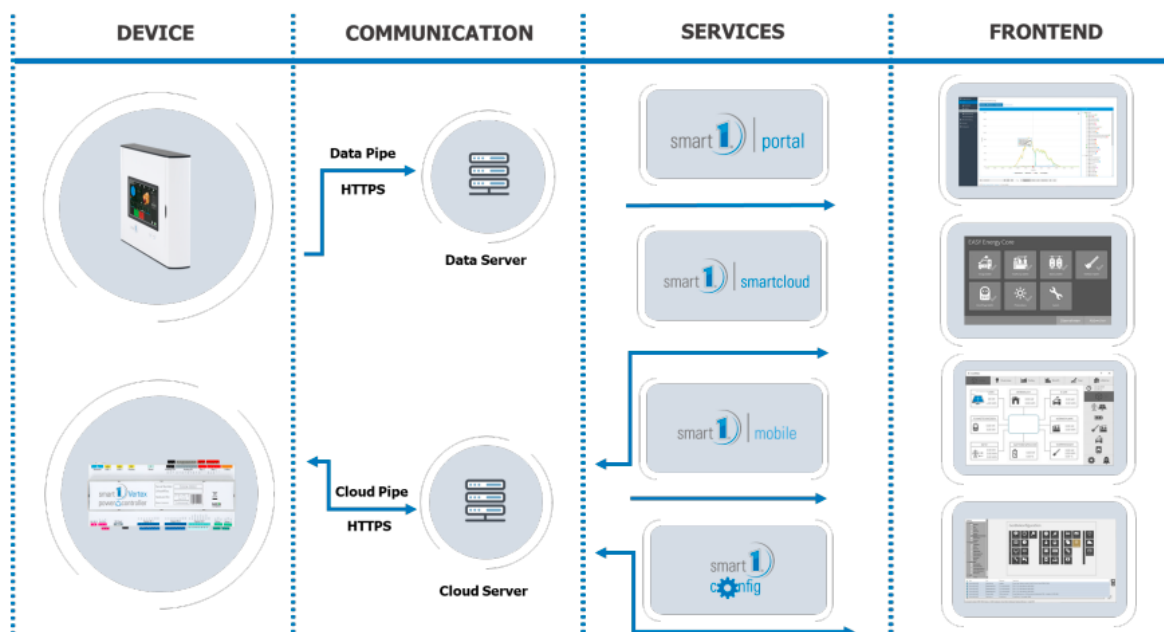
### Virtuelles Kraftwerk



Slika 13. Virtualna elektrana [17]

## 5.6 Komunikacijska shema Smart1 EMS kontrolera

Portal Smart1® fronted je sustava Smart1. Cjelokupna platforma sustava Smart1 Solutions GmbH temelji se na modernoj hardverskoj i softverskoj arhitekturi okrenutoj budućnosti. Platforma sustava Smart1 Solutions GmbH jasno je predstavljena u nastavku.



Slika 14. Komunikacijska shema Smart1

Sustav ciklički uspostavlja odlaznu vezu s portalom kako bi učitao podatke uređaja. Ako sustav održava odlaznu TCP vezu s Smartcloudom, ta veza omogućuje kasnije održavanje uređaja. Kako bi Smart1 bio dostupan online, potrebno je otvoriti potrebne izlazne portove u komercijalnim mrežama. Za to je potrebno omogućiti sljedeće portove:

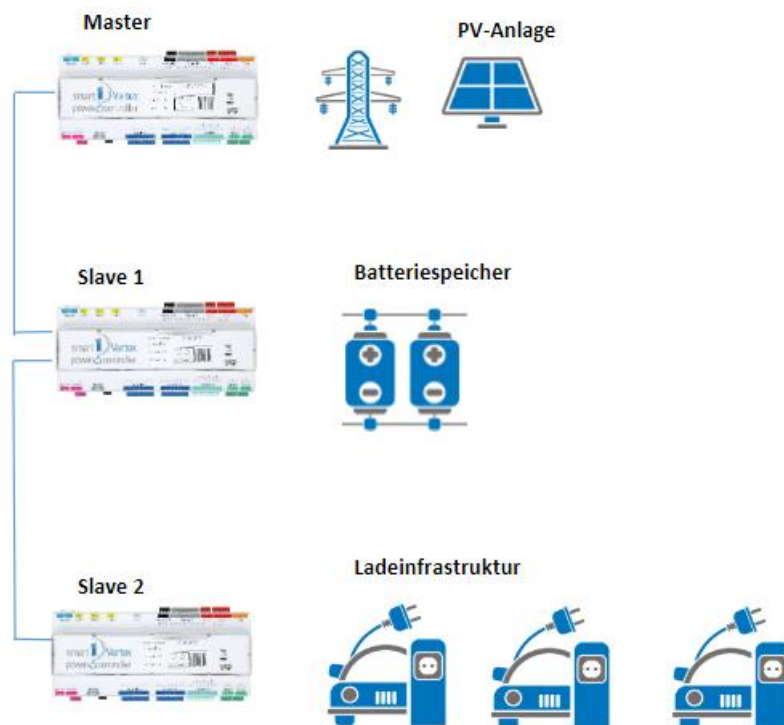
Purpose	Port	Incoming/outgoing	Remote station	Protocol
Data Upload	443	Outgoing	devices.smart1.eu	TCP / HTTPS
Firmware	443	Outgoing	firmware.smart1.eu	TCP / HTTPS
SmartCloud	443	Outgoing	devcloud.smart1.eu	TCP / XML

Slika 15. Izlazni portovi u komercijalnim mrežama

## 5.7 Lokalni distribuirani sustavi (Master-Slave)

Distribuirani sustav, također poznat kao Master-Slave, je skup neovisnih komponenti koje se nalaze na različitim EMS kontrolerima i razmjenjuju podatke kako bi postigli zajedničke ciljeve.

Za krajnjeg korisnika distribuirani sustav izgleda kao jedno sučelje ili jedinstveni EMS sustav. Ciljevi su da sustavi mogu zajedno dijeliti resurse i informacije te istovremeno raditi kao odvojeni sustavi. Prednost je što, ako jedan sustav zakaže, to nema utjecaja na dostupnost usluge, a glavni odnosno Master, može nastaviti upravljati ostalim podređenim sustavima odnosno slaveovima i generirati obavijest o kvaru za neispravni slave. Velika većina sustava, uređaja i sistema temelji se na distribuiranim sustavima.



Slika 16. Lokalni Master-Slave sustav

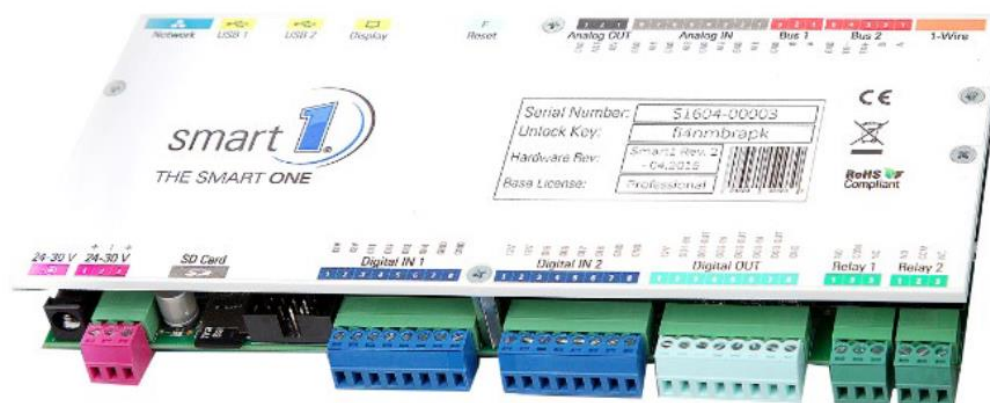
Distribuirani sustavi moraju imati mrežu koja povezuje sve komponente (hardver ili softver) kako bi mogli prenositi podatke i poruke te međusobno komunicirati. Ovaj lokalno umreženi sustav može komunicirati putem IP adrese u mreži, putem LAN kabela. Poruke koje se prenose između komponenti sadrže podatke koje sustavi žele dijeliti, kao što su očitavanja brojila, specifikacije snage punjenja/praznjenja, aktivna snaga fotonaponskog pretvarača, poruke o kvarovima itd. Važna značajka distribuiranog sustava je način na koji se poruke pouzdano isporučuju, bilo u slanju, primanju i potvrđivanju, ili kako ih pokušava ponovno poslati u slučaju pogreške. Distribuirani sustavi pojavili su se iz nužde jer je bilo potrebno više aplikacija ili je postojeće sustave jednostavno trebalo skalirati, zahtijevajući dodavanje novih EMS sustava i upravljanje njima. Prilikom razvoja distribuiranih sustava, najvažniji je kompromis između složenosti i performansi.

## 6 SMART1 KONTROLER

### 6.1 Tehničke specifikacije

Ovdje ćemo prikazati tehničke specifikacije, odnosno hardware Smart1 uređaja:

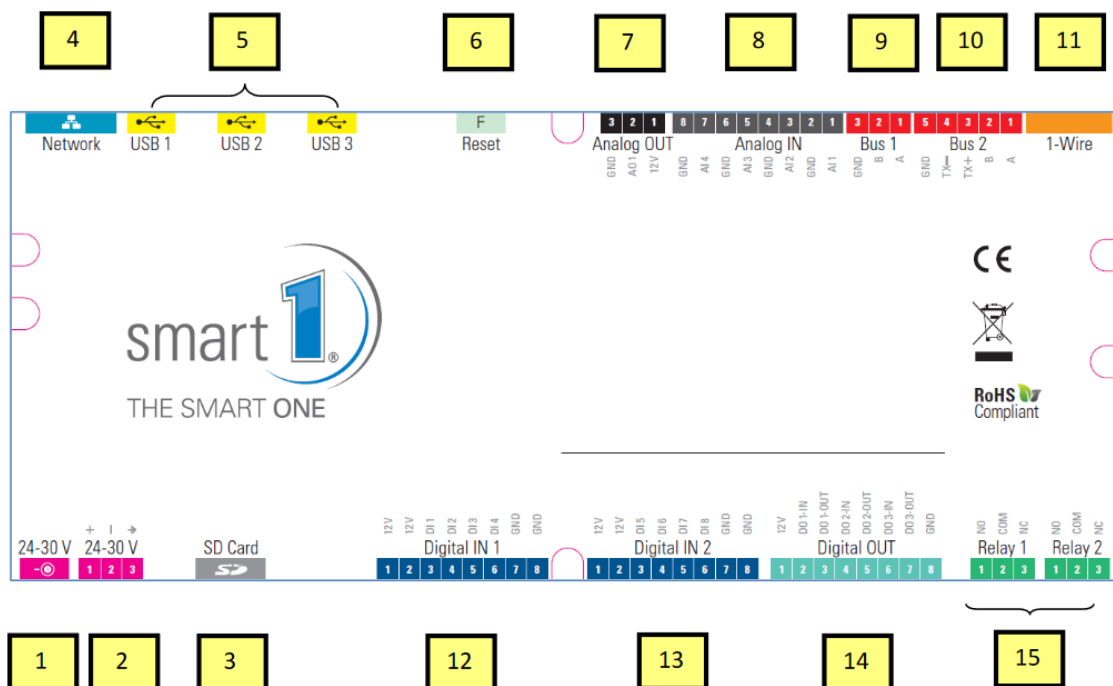
- Procesor i memorija:
  - Dual Core 1.0 GHz ARM CPU
  - 512 MB DDR3 RAM
  - 8GB podatkovne memorije
- 7 inčni kapacitivni zaslon u boji s WVGA rezolucijom
- Ugrađeni Linux sustav
- Različite mogućnosti montaže:
  - Zidna montaža
  - Montaža na DIN šinu
  - Montaža u strujni ormar
  - Montaža na montažnu ploču
- Podnošenje temperature okoline od -5°C do 60°C
- Napajanje 24-30 VDC



Slika 17. Smart1 kontroler bez kućišta



Na slici ispod možemo vidjeti sve ulaze u Smart1 kontroler, a nastavno sliku i tablicu s popisom svakog ulaza i za što služi taj ulaz.



Slika 18. Priključci Smart1 kontrolera

Tablica 1. Popis priključaka Smart1 kontrolera

1.	Napajanje 12-30V, plug-in utičnica
2.	Napajanje 12-30V, žičano
3.	Ulaz za SD karticu
4.	LAN Ethernet, RJ45 priključak
5.	USB priključak
6.	RESET tipka
7.	Analogni izlazi 0-10V
8.	Analogni ulazi
9.	Bus1 RS485 priključak
10.	Bus2 RS485/422 priključak
11.	1-wire® senzor priključak, RJ12
12.	Digitalni ulazi 12 VDC
13.	Digitalni ulazi 12 VDC
14.	Digitalni ulazi 12 VDC
15.	2x relej 24V/5 A

## 6.2 Izvedbe Smart1 kontrolera

### 6.2.1 Zidna izvedba kontrolera

Ova izvedba Smart1 kontrolera obično se koristi u kućnim varijantama. Ovaj tip kontrolera je moguće konfigurirati preko zaslona koji je integriran sa kontrolerom. Također u ovom tipu korisnik ima vizualni pristup podacima svog postrojenja.



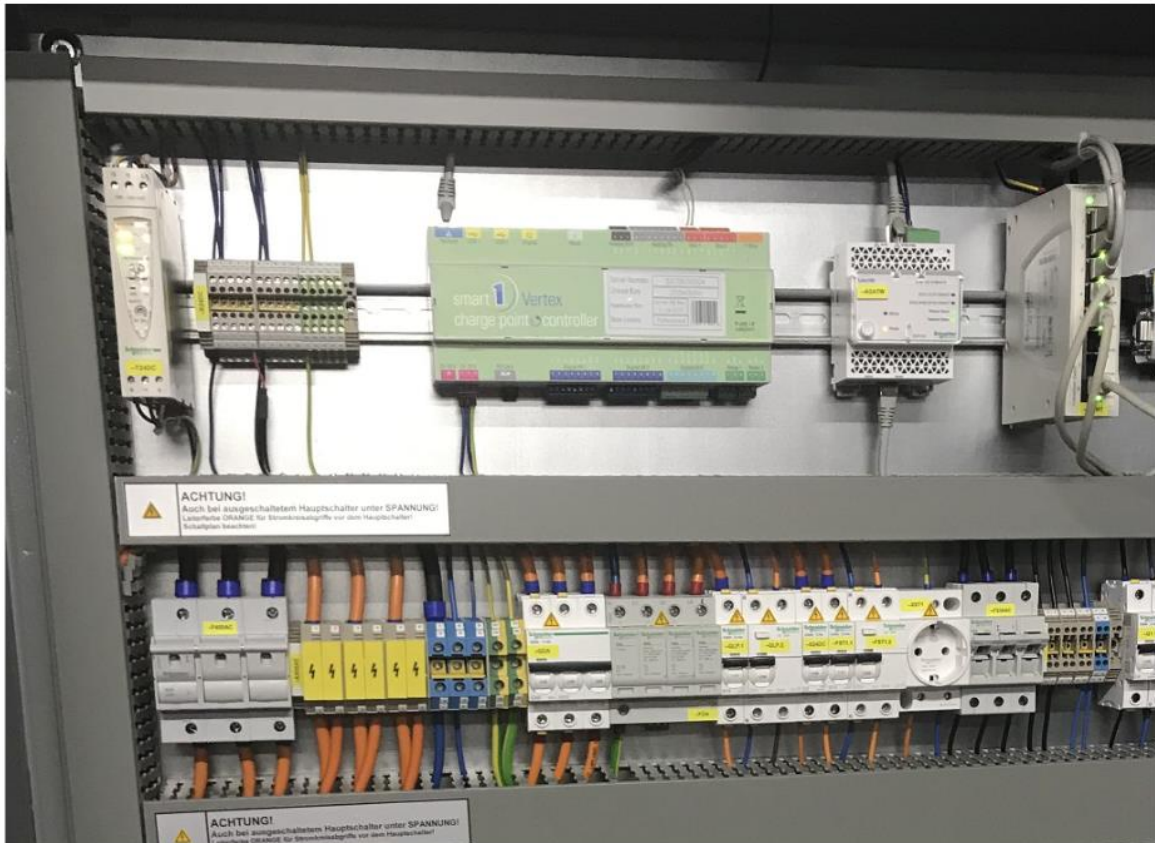
Slika 19. Zidna izvedba kontrolera

### 6.2.2 Izvedba kontrolera za DIN šinu

Ova izvedba je pogodna za instalaciju u razvodni ormar. Konfigurira se pomoću software za konfiguraciju Smart1 kontrolera. Praćenje podataka u ovoj izvedbi pratimo na Smart1 portalu, a podatke u stvarnom vremenu preko web preglednika na smartcloud stranici.



Slika 20. Izvedba kontrolera za DIN šinu



Slika 21. Primjer ugradnje kontrolera [Autor: Karlo Ivešić]

### 6.2.3 Izvedba kontrolera za strujni ormar

Ova izvedba koja se ugrađuje u strujni ormar bi bio spoj prve dvije izvedbe koje su prethodno navedene. Isto tako u ovoj varijanti imamo kontroler sa zaslonom preko kojeg je moguće praćenje podataka i konfiguracija samog kontrolera, samo što je u ovoj varijanti kontroler montiran na vrata strujnog ormara i koristi se najčešće u komercijalnom sektoru.

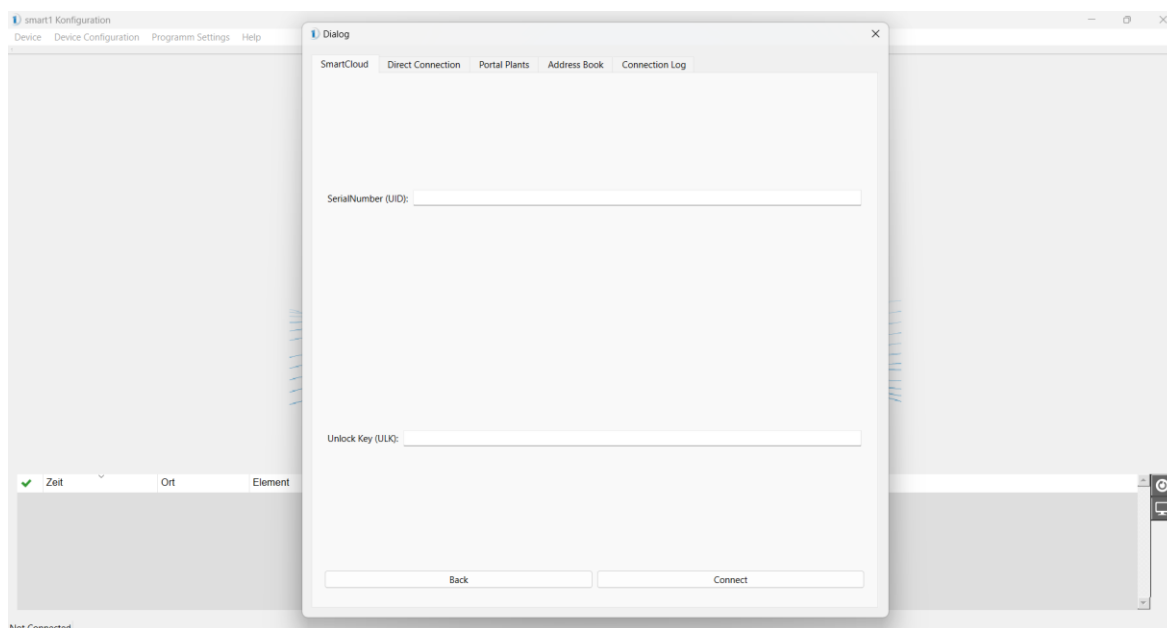


Slika 22. Izvedba kontrolera u strujnom ormaru

## 7 KONFIGURACIJA SMART1 KONTROLERA

### 7.1 Pristup konfiguraciji kontrolera

Kako bi svaki kontroler ispunjavao svoju svrhu, potrebno je konfigurirati kontroler prema zahtjevima kupca. Svaka konfiguracija je različita od druge, jer se postrojenja sastoje od različitih komponenata i različitih zahtjeva odnosno zadaća što bi kontroler trebao raditi. U ovom dijelu ćemo opisati osnovne funkcije i područja koja se mogu konfigurirati u Smart1 kontroleru. Konfiguracija se može napraviti na više načina. Ako vaš kontroler posjeduje zaslon onda se konfiguracija može napraviti direktno na zaslonu, a ako vaš uređaj nema zaslon onda se konfiguracija može napraviti pomoću Smart1 Config Software-a ili putem web preglednika u kojeg unosim lokalnu IP adresu kontrolera. Za konfiguraciju putem Smart1 Config Software-a trebati će vam serijski broj i šifra za pristup kontroleru. Na slici 17. možemo vidjeti gdje se nalaze podatci za pristup kontroleru.



Slika 23. Smart1 Config Software [Autor: Karlo Ivešić]

Za konfiguraciju putem web preglednika potrebno je samo unijeti lokalnu IP adresu i zaslon će se pojaviti. Razlika između ova dva pristupa je što se putem Smart1 Config Software-a može pristupiti bez obzira ako nismo u blizini kontrolera, tj. možemo konfigurirati kontroler iz kućnog ureda ili slično.

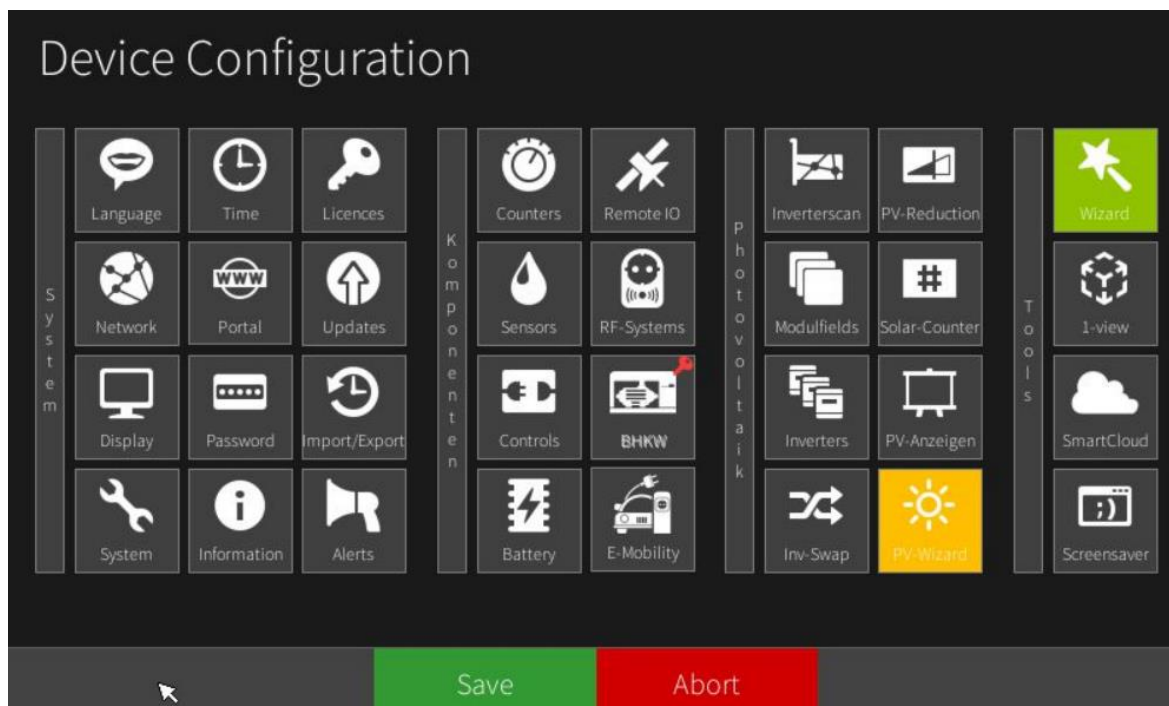
## 7.2 Prva uporaba Smart1 kontrolera

Nakon što smo kontroler spojili na napajanje, kontroler se pokreće i slijedi nam start-up konfiguracija kontrolera. Kao prvo dolazi nam opcija odabira jezika koji će biti na kontroleru. U izboru imamo engleski i njemački, kliknemo na jezik koji preferiramo te nam onda slijedi izbor internetske komunikacije za kontroler. U svim slučajevima većinom se odabire komunikacija putem LAN veze, ali možemo odabrati i WLAN način komunikacije.



Slika 24. Odabir načina komunikacije kontrolera [Autor: Karlo Ivešić]

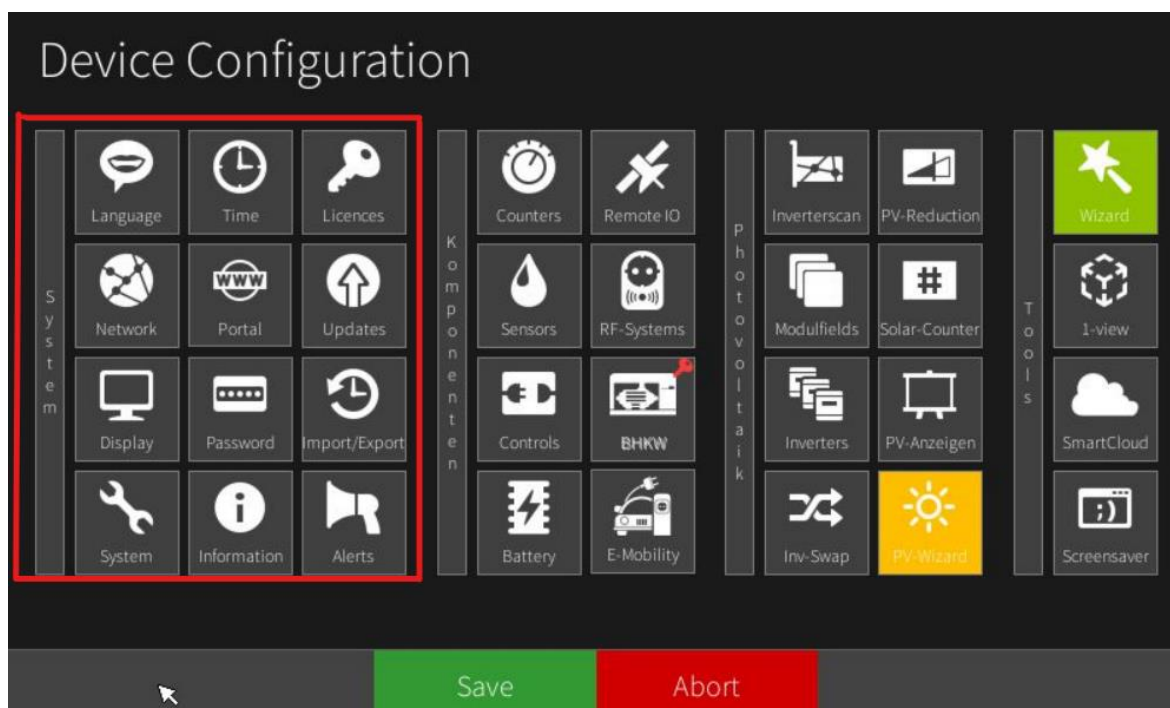
Nakon odabira načina komunikacije otvara nam se prozor mrežne komunikacije u kojoj trebamo odabrati način dodjeljivanja IP adrese kontroleru. Smart1 preporuča korištenje DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) načina dodjeljivanja IP adrese. Isto tako može se i isključiti ta opcija i tako unijeti statičku IP adresu i ostale detalje. Nakon unosa načina komunikacije kontrolera potrebno je još ispuniti neke od osnovnih podataka za rad Smart1 kontrolera prije nego krenemo na konfiguraciju samog sustava, a neki od njih su datum i vrijeme, kao i valuta koja će se prikazivati, te vremenska zona, Internet sat itd. Kada smo sve to ispunili kliknemo na gumb Save i spremni smo krenuti konfigurirati sistem.



Slika 25. Početni prozor za konfiguraciju [Autor: Karlo Ivešić]

Na slici iznad možemo vidjeti različite opcije i različite module koje nam Smart1 kontroler nudi. Klikom na pojedini modul ulazimo u konfiguraciju određenog uređaja, ovisno o tome što imamo spojeno na sistem, odnosno što kupac zahtjeva da se konfigurira. U daljnjem tekstu ćemo opisati glavne module i prikazati kako je ovaj sistem jednostavno konfigurirati. Naravno za neke od podataka koje treba ispuniti potrebni su nam i podatci od kupca.

### 7.3 Konfiguracija sistema Smart1 kontrolera



Slika 26. Konfiguracija Smart1 kontrolera [Autor: Karlo Ivešić]

U crvenom prozoru na slici vide se moduli koji se mogu konfigurirati, a mogu biti konfigurirani generalni podatci, kao npr. jezik sistema, vrijeme i datum, mrežne postavke itd. Klikom na jedan od ponuđenih modula ulazimo u njihove postavke i po potrebi mijenjamo postavke tog modula. Za module Language, Time, Network već smo objasnili što se može promijeniti, u modulima Display i Password se također podešavaju osnovne postavke za kontroler koje u ovom slučaju nisu bitne, za ostale ćemo također u daljnjem tekstu opisati generalno što se u svakom modulu može napraviti ili promijeniti.

#### 7.3.1 Modul „Information“

Klikom na modul „Information“ ulazi se u sučelje gdje možemo vidjeti neke osnovne informacije kontrolera kojeg konfiguriramo. Na slici 27. možemo vidjeti neke osnovne podatke kontrolera kao što su npr. verzija, odnosno firmware koji se trenutno nalazi na kontroleru, serijski broj i lozinka kontrolera, te IP adresa na koju je spojen kontroler. Također ovdje je moguće napraviti reset kontrolera ili vratiti kontroler na tvorničke postavke te obrisati upozorenja koja nam šalje kontroler. Da bi napravili neku od tih radnji dovoljno je kliknuti na jednu od opcija i potvrditi tu radnju.

**System Information**

Name	
Version	1.28.18 Codename: New Energy Jun 4 2024 14:32:16
Release Date	Friday 06. Mar. 2020
Hardware Revision	Hardware Revision 2 - April 2015
Production Date	2022-09-14 12:02:35
Serial Number	S2209-00094
Portal Unlock Key	5pqr1s9hay
Device IPs	eth0: 10.10.0.162/255.255.0.0 tun0: 10.9.109.105/255.255.255.255
CPU Watchdog	Hardware Triggered 2s - Modules: 55

Ram Usage: 202 / 954 MB 202MB / 954MB Used

Disk Space: 1225 / 7321 MB 1225MB / 7321MB Used

Back Reboot Factory Reset Delete Alerts Load emergeconfig

Slika 27. Prikaz modula „Information“ [Autor: Karlo Ivešić]

### 7.3.2 Modul „Licences“

Svaki modul za konfiguraciju, kao npr., za fotonaponske sustave, za punionice električnih automobila, ima svoju licencu koju je potrebno aktivirati u ovom prozoru i bez licence nije moguća konfiguracija. Ove licence kupac mora kupiti od Smart1 tvrtke, a mi ih dodati u sustav kako bi mogli do kraja konfigurirati sistem. Prije svake konfiguracije najprije dodajemo licence koje nam je kupac poslao i tek onda krećemo na konfiguraciju pojedinih modula. Licencu je moguće koristiti samo na jednom uređaju i one su jednokratne što znači kada smo ih dodali u sistem i ako ju kasnije obrišemo, tu istu licencu više ne možemo koristiti.



Licence Overview

ID	Module	Key
1 9385	EZA_ADVANCED_1000	[1] 9385-7FC7-7BCC-4312-3123
2 9951	NETWORK_METERS	[1] 9951-ECC2-53AC-153A-9DD2
3 9840	CPS_BASIC_AC	[8] 9840-F6B1-D317-6FB4-8884,9840-91E7-CFAF-161E-F674,9840-C3A1-82AA-B7A1-45E6,9840-F2AD-4E6F-E797-9EED,9840-271B-A77F-F3AA-...
4 1005	ALERTS	[1] 1005-07A8-0C23-77C3-BAEC
5 9850	CPS_BASIC_DC	[1] 9850-D9A2-4F68-2356-3433
6 9010	EMS_BASIC	[1] 9010-B025-018D-3EF1-195E
7 1026	BATTERIES_UNLIMITED	[1] 1026-6DD5-7285-AAAF-004E
8 9115	CPS_COMMERCIAL_100	[1] 9115-D8EE-5803-5FB4-489B
9 9310	PHOTOVOLTAIC_30	[1] 9310-8A7E-F55F-A11A-8A13
10 9950	R485_METERS	[1] 9950-A9BF-F444-1178-4DA7

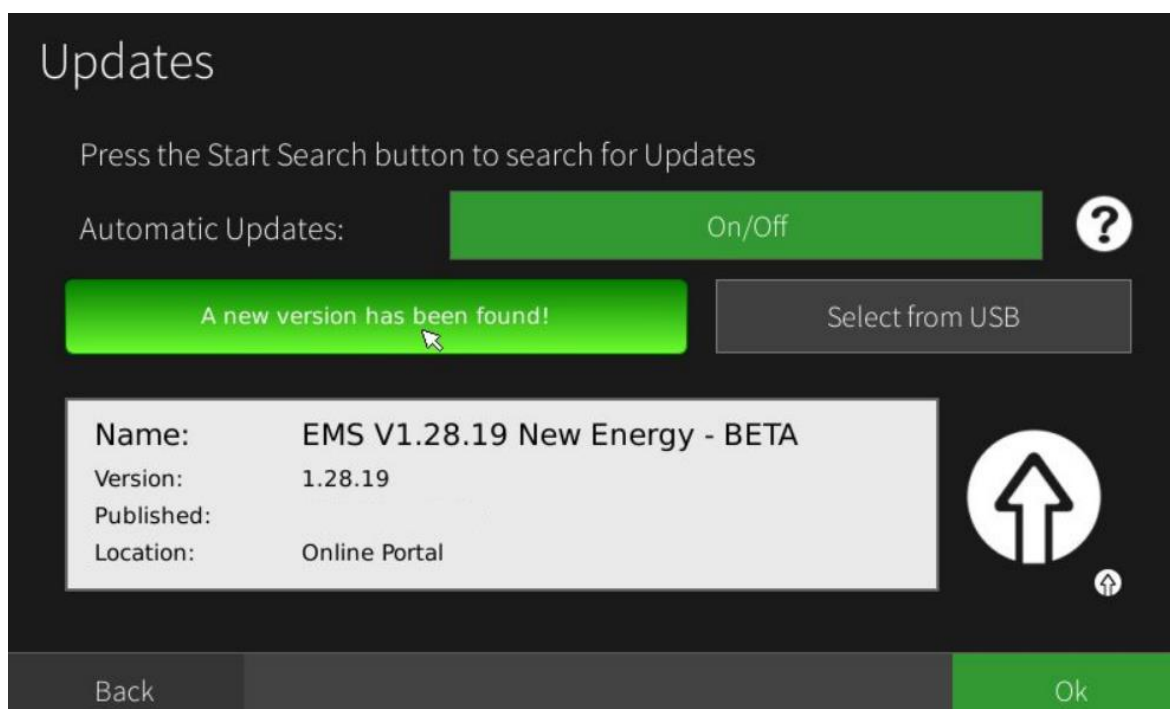
+

+/- Ok

Slika 28. Uvid u instalirane licence [Autor: Karlo Ivešić]

### 7.3.3 Modul „Updates“

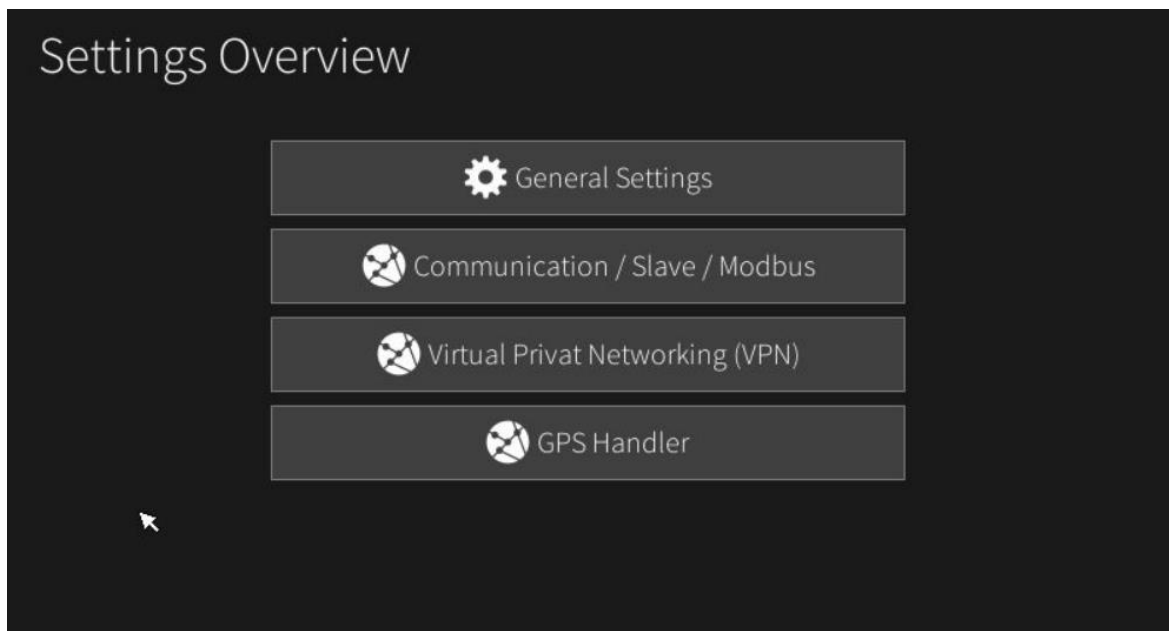
Modul „Updates“ je prozor u kojem se ažurira kontroler na najnoviji firmware koji se nudi. Ažuriranje je moguće napraviti preko internet veze i preko USB stick-a. Najčešće se kontroler ažurira preko interneta, a samo ažuriranje se obavi u par klikova. Nove verzije firmware-a se prenašaju na Smart1 backend, a sa tog backenda kontroler preko Internet veze povlači najnoviju verziju. Verzije firmware-a na backend stavlja tim zadužen za razvoj novih firmware-a. Klikom na ikonu desno od opisa verzije koja je dostupna, kontroler automatski preuzima najnoviju verziju i instalira na kontroler. Poslije toga se kontroler ponovno pokrene i spreman je za korištenje.



Slika 29. Prikaz najnovijeg dostupnog firmware-a [Autor: Karlo Ivešić]

### 7.3.4 Modul „System“

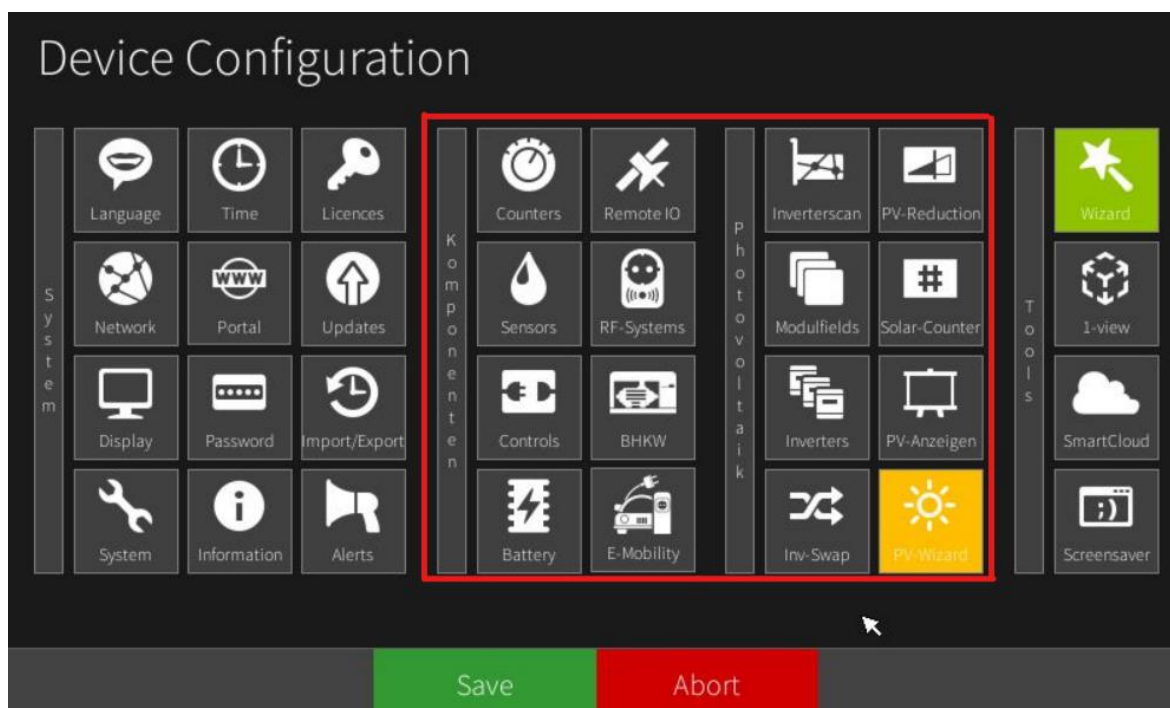
Ovaj modul nudi neke od generalnih opcija koje također nudi Smart1. U ovom prozoru može se izabrati četiri opcije od kojih je najvažnija opcija „Virtual Private Networking(VPN)“.



*Slika 30. Prozor modula System [Autor: Karlo Ivešić]*

VPN opcija pomaže u komunikaciji sa prodavačem energije, u Njemačkoj se to naziva Direktvermarkter. Taj prodavač prodaje energiju koju je vaše postrojenje napravilo, i VPN komunikacijom prodavač uspostavlja vezu sa kontrolerom i upravlja podacima sa kontrolera koji su njemu potrebni za prodaju. Naravno, ako ne želite prodavati energiju to ne morate činiti, ali za postrojenja koja nude dosta viška energije to je itekako isplativo. Također svaki prodavač vam moram poslati certifikat odnosno licencu koja se instalira na kontroler i zapravo ta licenca omogućava prodavaču komunikaciju sa kontrolerom. U modulu „PV Reduction“ koji će kasnije biti objašnjen, obavlja se ostatak konfiguracije za trgovanje energijom.

## 7.4 Konfiguracija komponenata

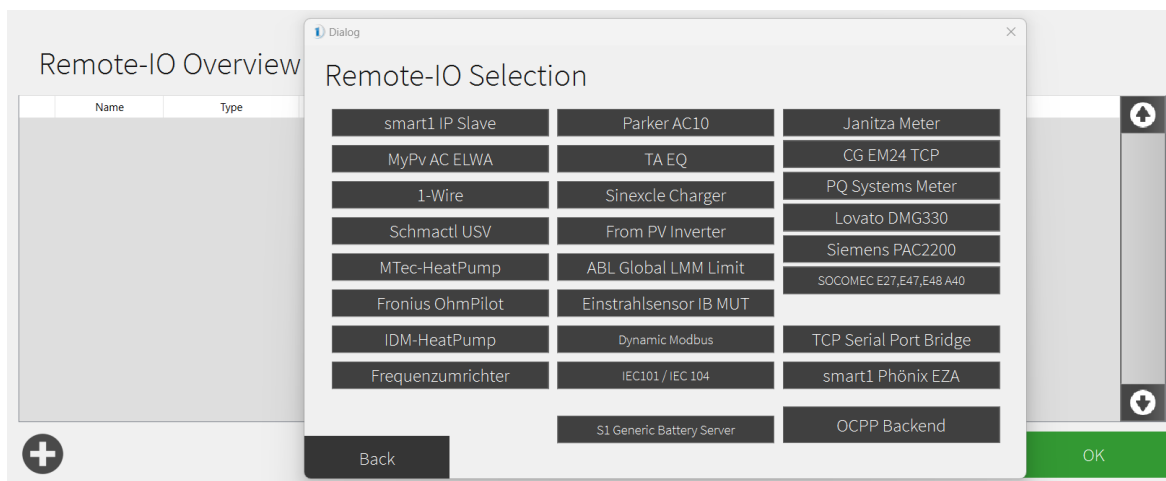


Slika 31. Prozor za konfiguraciju komponenata [Autor: Karlo Ivešić]

Ovaj dio konfiguracije je zapravo najbitniji dio u kojem se povezuju sve komponente koje su spojene i koje komuniciraju sa Smart1 kontrolerom. U ovom dijelu konfigurira se svaka komponenta zasebno i iz svake te komponente izvlače se njezini podaci koji su potrebni kako bi sistem ispravno radio. Svaka od komponenti se sastoji od svojih podataka, a kontroler čita njihove podatke i upravlja njima. U sljedećem tekstu biti će objašnjene osnovne funkcije ovih modula.

### 7.4.1 Modul „Remote IO“

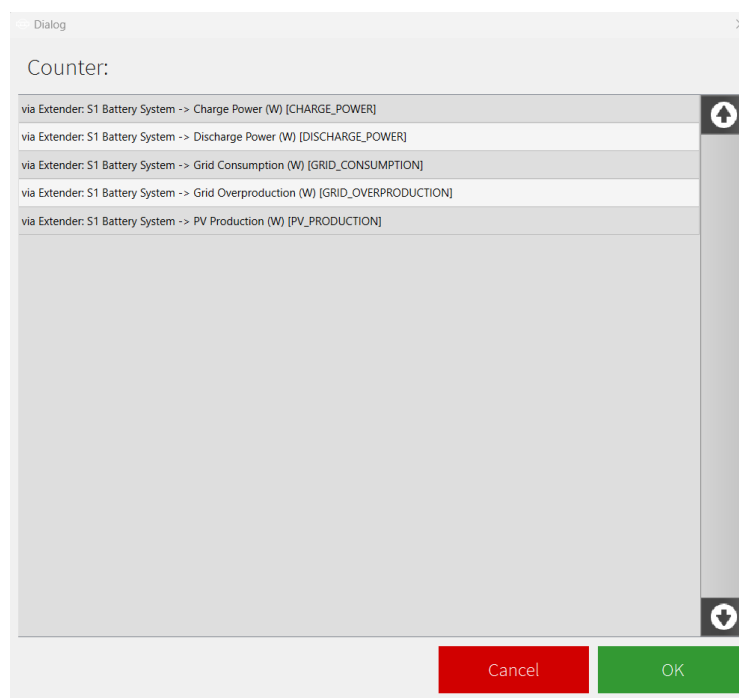
U ovom modulu spajaju se različite komponente kao što su, na primjer, brojila i toplinske pumpe, a također se ovdje mogu povezati Slave kontroleri, koji su objašnjeni u ovom radu, ukoliko je ovo Master kontroler. Ono za što se najviše koristi ovaj modul je za spajanje brojila sa kontrolerom. Klikom na jednog od implementiranih brojila u kontroleru se otvara prozor u kojem zadajemo ime brojilu, unesemo njegovu IP adresu. Kada se spoji brojilo, kontroler povlači njegove podatke i moduli „Counters“ i „Sensors“ prikazuju podatke sa tog brojila.



Slika 32. Izbor komponenata u „Remote IO“ modulu [Autor: Karlo Ivešić]

#### 7.4.2 Modul „Counters“

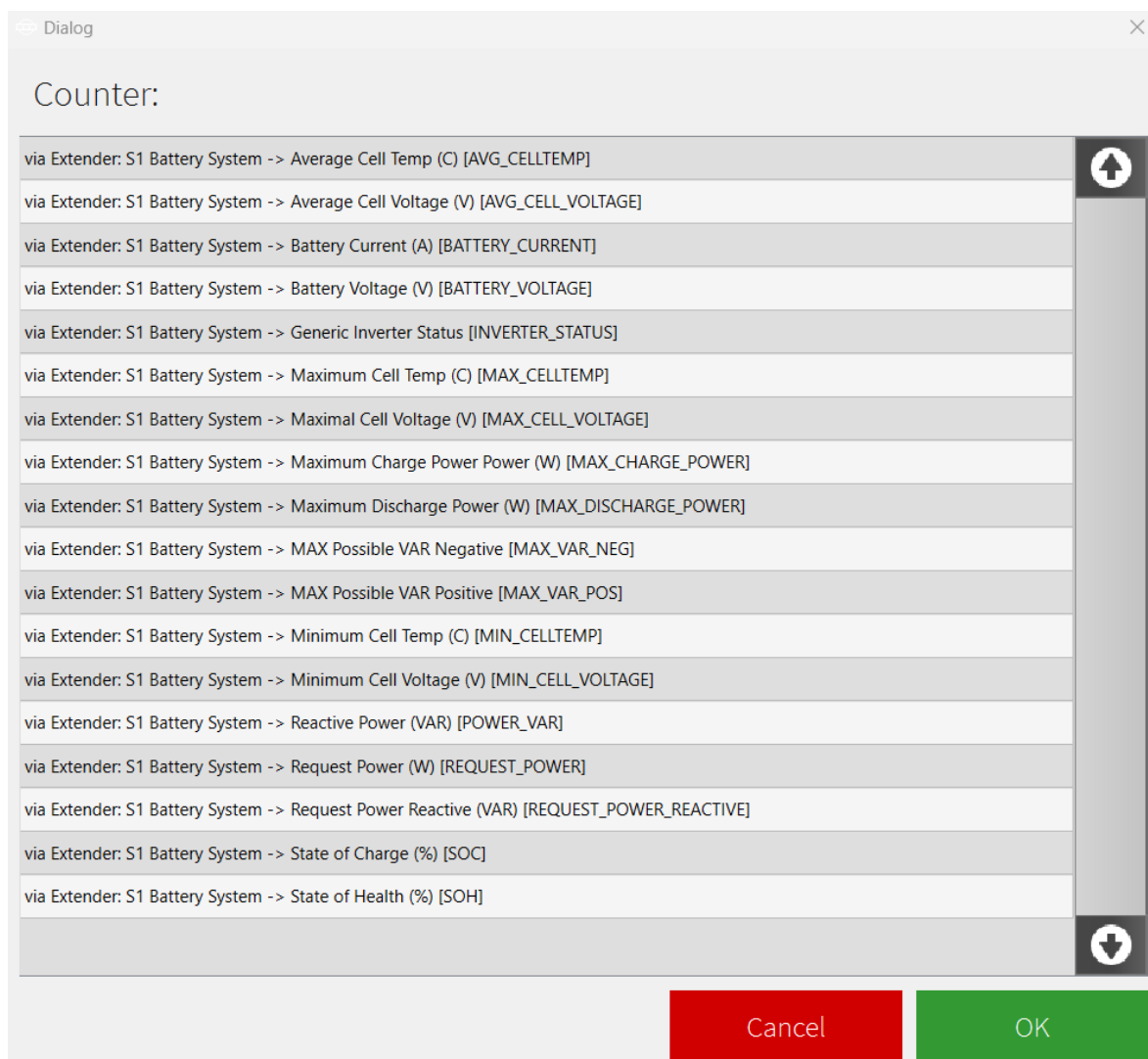
Ovdje se dodaju podaci sa brojila i unose se u kontroler. Ako je brojilo spojeno preko BUS ulaza, u ovom prozoru se mogu povući njegovi podaci. Klikom na Usage RIO opciju koja se nudi u tom prozoru povlače se podaci sa brojila, koje su prethodno unijeti preko IP adrese. Također ovdje se čitaju i ostali podatci sa brojila drugih komponenata kao što su npr. baterije, punionice električnih automobila itd. Svaki podatak sa brojila mora se pojedinačno dodati u kontroler. Te podatke koji su dodani koriste drugim modulima za čitanje, regulaciju itd.



Slika 33. Primjer ponuđenih podataka sa brojila [Autor: Karlo Ivešić]

### 7.4.3 Modul „Sensors“

Odabirom ovog modula povlače se ostali podaci od kojih se komponente sastoje. Prethodno su se povlačili podaci sa brojila, a ovdje se povlače ostali podaci. Prethodni modul i ovaj su slični i nude slične opcije, postupak je sličan i vrlo lako se podaci dodaju na kontroler. Isto tako i ovi podaci su potrebni kasnije za regulaciju, kontrolu ili praćenje određenog podatka. Ovdje se nudi opsežniji izbor podataka, a neki od podataka nisu ni potrebni u daljnjoj konfiguraciji sistema.



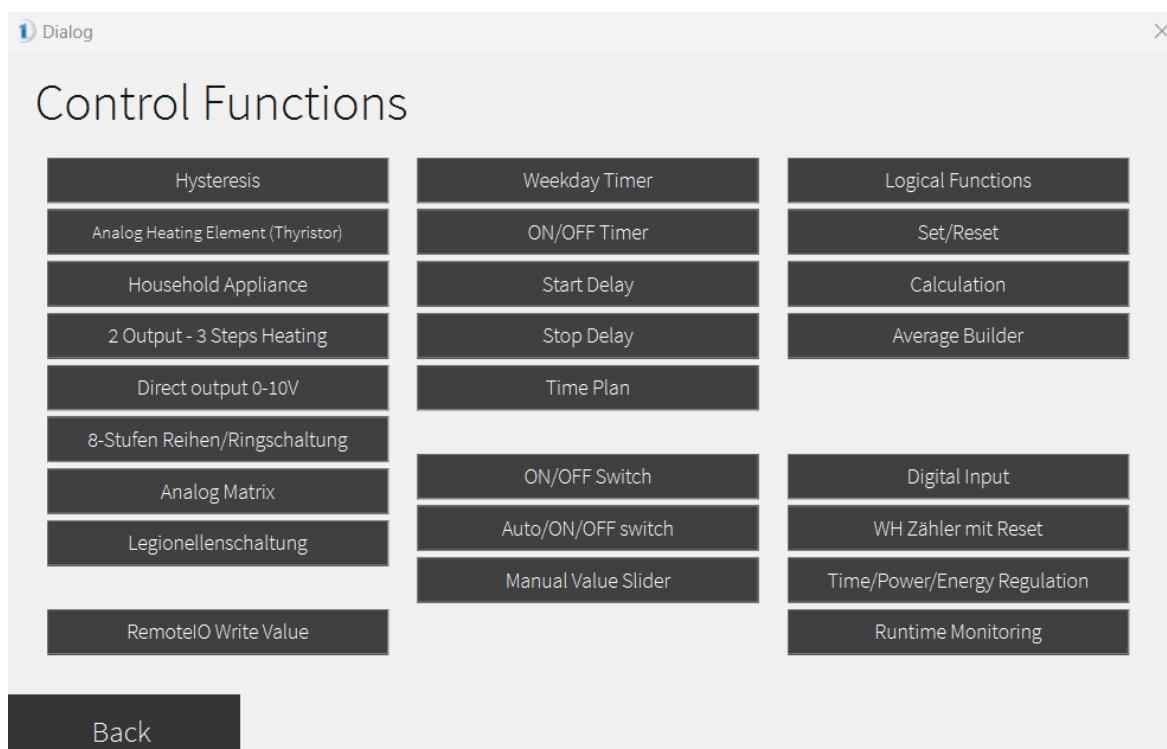
Slika 34. Primjer ponuđenih ostalih podataka sa komponente [Autor: Karlo Ivešić]

#### 7.4.4 Modul „RF-Systems“

Ovaj modul se najmanje koristi i on nam služi za spajanje pametnih utičnica na kontroler. On služi većinom za praćenje potrošnje energije s utičnice.

#### 7.4.5 Modul „Controls“

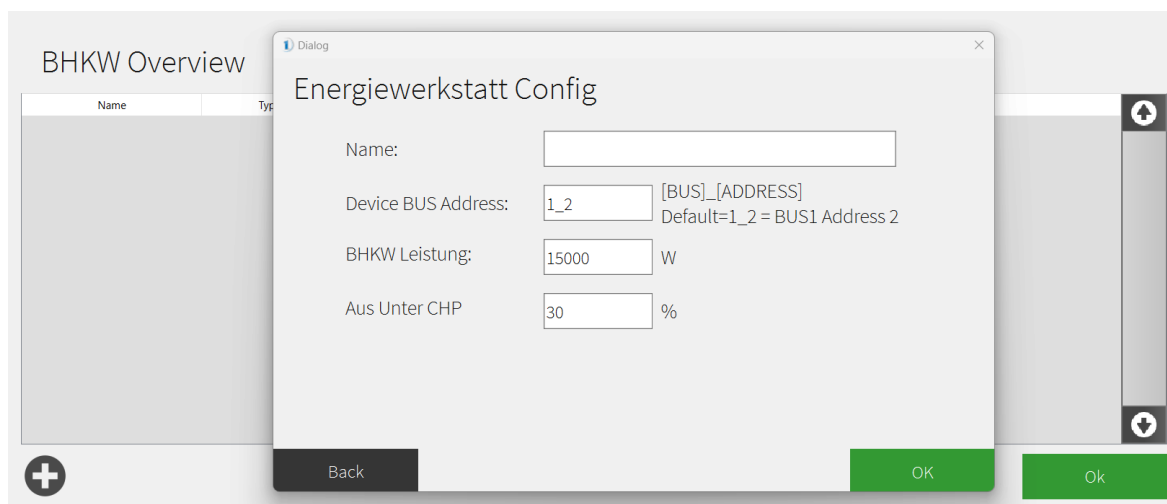
Modul „Controls“ je jedan od važnijih dijelova konfiguracije kontrolera. U ovom modulu stvaraju se logike koje pomažu u upravljanju cijelog sistema. Ovdje se nudi različite funkcije za konfiguraciju. Ove funkcije se povezuju sa podacima iz komponenata i tim putem se stvaraju različiti sistemi kalkulacija i regulacija, naravno sve u ovisnosti od funkcije koja je izabrana. Ovdje kao i u ostalim konfiguracijama postoji veliki broj funkcija i opcija za odabrati unutar svake od tih funkcija i opcija. Jedna o češće korištenih funkcija je Calculation za npr. namještanje limita za punionice električnih automobila ili za stvaranje virtualnog regulatora za test punionica ili test punjenja baterija.



Slika 35. Prikaz funkcija za kontrolu [Autor: Karlo Ivešić]

#### 7.4.6 Modul „BHKW“

BHKW na njemačkom jeziku se prevodi kao Blockheizkraftwerk, a na hrvatskom bi to bilo kogeneracijsko postrojenje. Kogeneracijsko postrojenje je postrojenje u kojemu se proizvodi električna i toplinska energija. Za rad ovog postrojenja se koristi biomasa ili prirodni plin, te preko tih goriva dobivamo električnu energiju, a otpadna toplinska energija se koristi za grijanje. U kontroleru postoje tri proizvođača koja su implementirana u sustav. Kogeneracijska postrojenja se na kontroler spajaju preko BUS ulaza na samom kontroleru, a lako se i dodavaju putem BUS adrese u ovom modulu. Kao i ostale komponente, njegovi podatci koje kontroler povuče na kontroler se mogu naći u modulima „Sensors“ i „Counters. Ova primjena nije toliko učestala, tj. slabo se koristi.

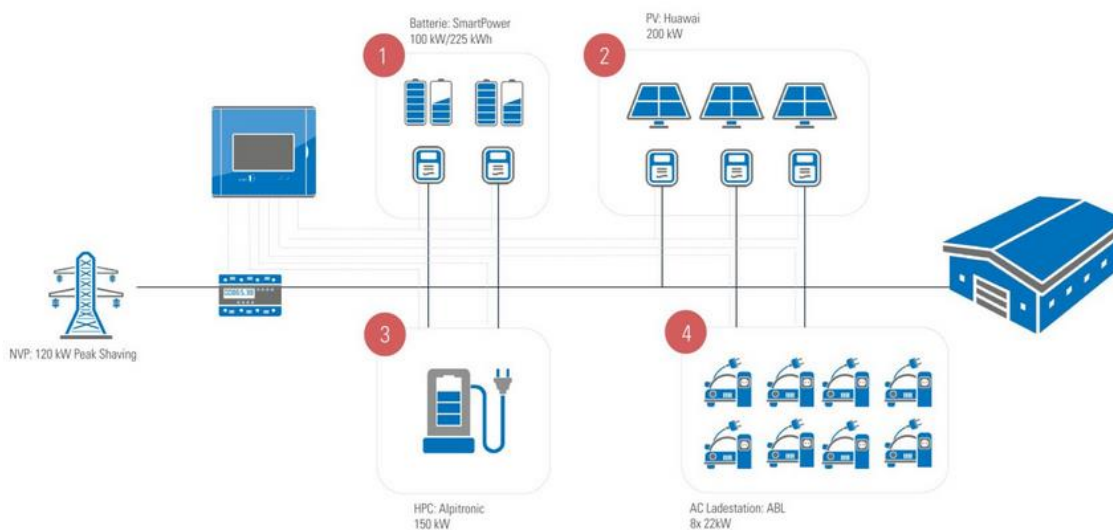


Slika 36. Podešavanje kogeneracijskog postrojenja [Autor: Karlo Ivešić]

#### 7.4.7 Modul „Battery“

Smart1 kontroler ima sposobnost upravljati baterijskim i hibridnim sustavima baterija neovisno o proizvođaču. Svaki kontroler može upravljati i nadzirati do 5 sustava baterija bilo koje veličine. Osim toga, kontroler može kombinirati ove sustave u jednu veliku virtualnu bateriju i time omogućuje jednostavno rješenje koje povezuje različite proizvođače, pokrivajući gotovo svaki slučaj upotrebe. Svaka baterija se može pojedinačno upravljati, a kontroler također izravno prikuplja mjerne vrijednosti s mrežnog priključka, što u većini slučajeva čini dodatna mjerenja baterijskih sustava nepotrebnima. Baterijski sustav se lako može kombinirati sa proizvodnim postrojenjima, a isto tako i sa sustavima električnih automobila. [18]





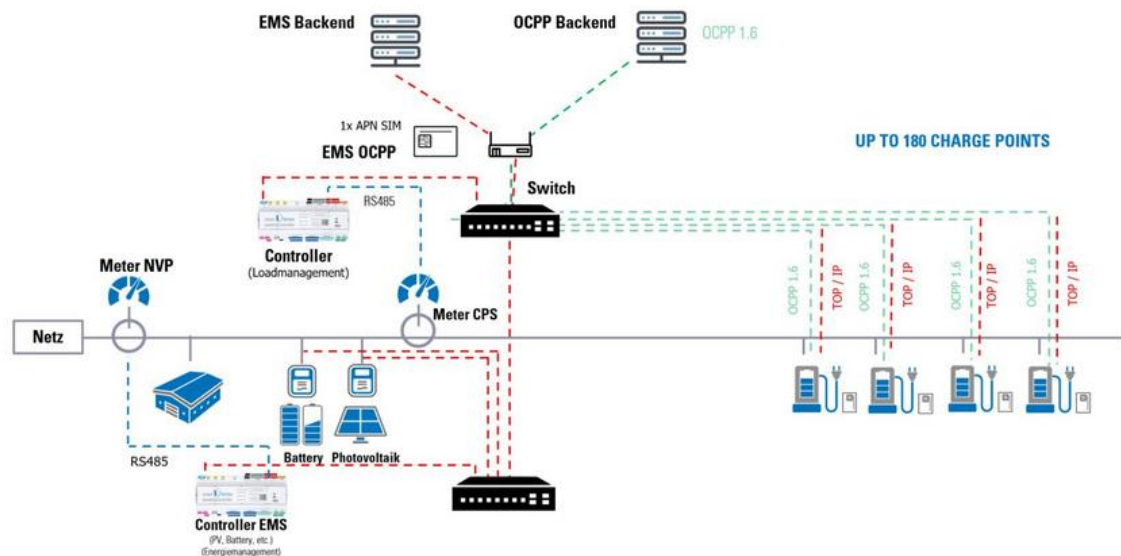
Slika 37. Kombinacija sustava sa baterijom [18]

Smart1 kontroler može implementirati širok spektar strategija upravljanja, kao što su:

- Optimizacija vlastite potrošnje
- Smanjenje vršnih opterećenja
- Promjene načina rada ovisno o godišnjim dobima i vikendima
- Održavanje pričuvne snage za hitne slučajeve

#### 7.4.8 Modul „E-Mobility“

U ovom modulu Smart1 kontroler nudi rješenja za inteligentno upravljanje opterećenjem velikog broja punionica koje optimalno dopunjuju energetske projekt. Ne samo da se različite punionice više proizvođača mogu povezati na jedan sustav, već se mogu kombinirati i AC punionice i DC brze punionice. Smart1 sustav dinamički raspoređuje dostupnu snagu u stvarnom vremenu i osigurava da priključak na mrežu nikada nije preopterećen i da se optimalno koristi. Također, Smart1 kontroler ima mogućnost prioriteta punjenja za punionice, što znači da se svakom korisniku punionica može dodijeliti prioritet, koji se referira na brzinu punjenja, uz posjedovanje RFID kartice od te punionice. RFID kartica je beskontaktna kartica koja služi za identifikaciju korisnika i tim putem punionica raspoznaje prioritet punjenja. Prioritet korisnika se postavlja u Backendu za punionice, gdje se stvaraju prioritetne grupe, a mogu biti Brza, Normalna, Spora. Isto tako i ovaj dio sustava se može kombinirati zajedno sa baterijama i fotonaponskim sustavima. [19]

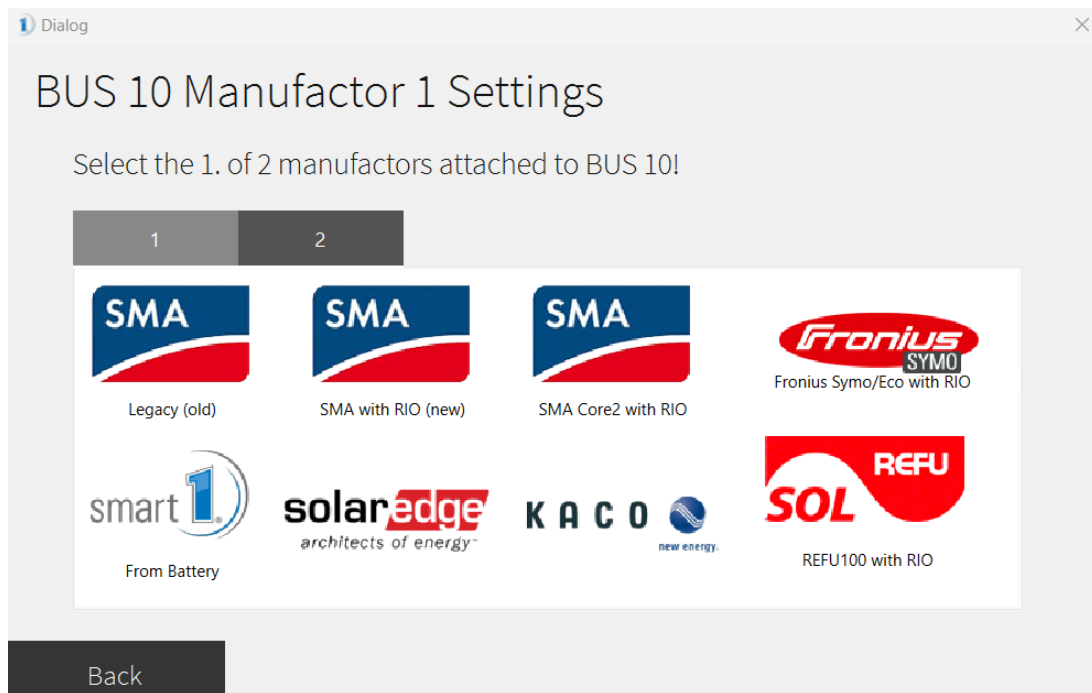


Slika 38. Kombinacija sustava sa punionicama [19]

Smart1 sustav za upravljanje opterećenjem, lokalno upravlja svakom točkom punjenja pojedinačno preko lokalnog sučelja. Istovremeno određuje dostupnu energiju na do dvije mjerne točke u stvarnom vremenu. Algoritam regulacije maksimalno iskorištava dostupnu energiju za svako vozilo uzimajući u obzir prioritete, kako bi se optimalno raspodijelila energija među vozilima. Smart1 podržava 180 punionica koje su kaskadno povezane sa drugih 6 kontrolera, a na svaki kontroler može se spojiti do 30 punionica. [19]

#### 7.4.9 Modul „Inverterscan“

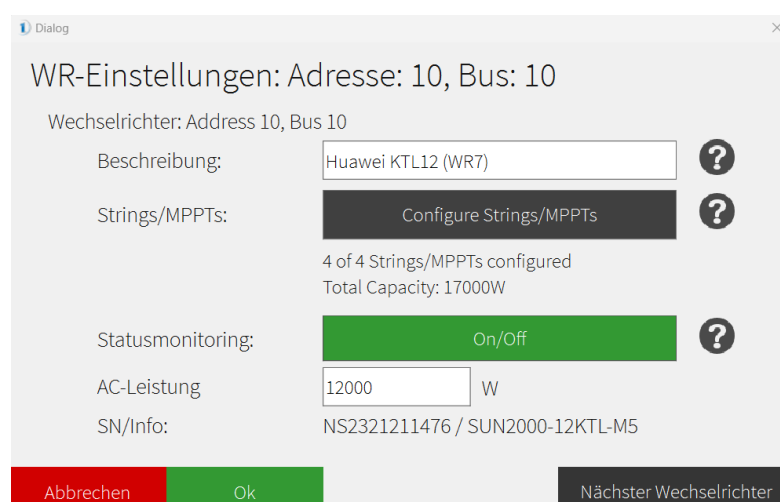
Ovdje se dodaju svi inverteri koje imamo u našem postrojenju. Ovisno o povezivanju kojim su inverteri povezani, odabiremo pretragu preko BUS ulaza ili preko internet mreže. Najčešća je upotreba preko internet mreže odnosno komunikacija koja ide preko Modbus TCP (Ethernet kabel) jer je najpouzdanija za sistem. Smart1 kontroler prihvaća maksimalno dva različita proizvođača invertera, te prije pretrage potrebno je označiti koliko proizvođača je spojeno na kontroler. Poslije toga u prozoru se odabire proizvođač invertera koji je instaliran i koji je spojen na switch uređaj. Sustav preko IP adrese pronade invertere i doda ih u sistem. Pronađeni inverteri se nalaze u modulu „Inverters“ gdje poslije pretrage slijedi konfiguracija invertera.



Slika 39. Prozor za odabir invertera [Autor: Karlo Ivešić]

#### 7.4.10 Modul „Inverters“

Kao što je rečeno u prošlom tekstu ovdje nalazimo sve invertere koje je Smart1 kontroler pronašao. Isto tako ovdje se unose podatci od svakog invertera. Podatci koje je potrebno unijeti su broj stringova koji su spojeni na inverter i njihovu pojedinačnu snagu, te snaga u Watt-ima za taj inverter. Kada su uneseni svi podatci invertera, tada počinje postupak „povlačenja“ podataka sa njega i praćenje potrošnje ili mogućnosti različitih regulacija.



Slika 40. Prozor za unos podataka invertera [Autor: Karlo Ivešić]

#### 7.4.11 Modul „PV Reduction“

PV (FN) Reduction modul je dio u kojemu su različite konfiguracijske opcije za upravljanje ili redukciju aktivne snage dostupne za FN sustav, kao što su npr. postavljanje aktivne snage na fiksni postotak gdje kontroler djeluje na invertere, opcija limitiranja aktivne snage na točki napajanja, odnosno na točki gdje se energija može slati u mrežu, redukcija aktivne snage preko analognih ulaza itd. Isto tako moguće je i upravljanje i redukcija reaktivne snage, sa opcijom na fiksni postotak, preko digitalnih ulaza, ali i mogućnost redukcije reaktivne snage po krivulji gdje se unose potrebni podatci krivulje za ovu vrstu regulacije.



*Slika 41. Izbor redukcije aktivne ili reaktivne snage [Autor: Karlo Ivešić]*

U modulu „PV Reduction“ postoji opciju konfiguracije „Direktvermarktera“ odnosno direktni prodavač električne energije. Ovdje se odabire tko prodaje tu energiju i dodaju različiti parametri koji su potrebni za funkcionalnost ove opcije. Također u ovom modulu postoji i opcija za postavljanje EZA regulatora koji je potreban za više snage proizvodnje, jer u Njemačkoj postoji norma za sredjenaponske priključke na mrežu, koja zahtjeva takav regulator koji će zajedno sa kontrolerom upravljati i optimizirati rad FN sustava. Preko EZA regulatora se također mogu postavljati slične regulacije kao u modulu „PV Reduction“.



*Slika 42. EZA Regulator [20]*

Ovakav regulator je potrebno konfigurirati. Na njega je potrebno staviti program i licencu za određenu snagu koja je potrebna za regulaciju, a ona može ići i do 10MW snage. Za ovaj uređaj se koriste posebni programi.

## **8 ZAKLJUČAK**

U ovom radu autori su se upoznali sa Smart1 kontrolerom i njegovim osnovnim funkcijama koje on podržava. Ovaj kontroler pruža mnogo opcija i uveliko se koristi na njemačkom tržištu, ali je također rasprostranjen u Austriji, Švicarskoj i ostalim europskim zemljama. Prednost ovog uređaja svakako je ušteda i raznolikost uporabe električne energije, što korisnicima omogućava tisuće eura uštede kroz godine. Iako ovaj uređaj ima svoju cijenu, mišljenje je da se isplati sam od sebe i da na kraju svi profitiraju. Kroz iskustvo rada s ovim kontrolerom, potreban je dugačak period učenja, kako o samom kontroleru, tako i o konfiguraciji sustava, ali se mnogo toga može naučiti i kroz probleme koji se dešavaju korisnicima, bilo to o samom kontroleru problem ili o nečemu van toga.

## 9 LITERATURA

- [1] What is an EMS?, Gridx, dostupno na: <https://www.gridx.ai/knowledge/what-is-an-energy-management-system>, pristupljeno 28. lipnja 2024.
- [2] What exactly is an „energy management system“?, Bmwk-Energiewende, dostupno na: <https://www.bmwk-energiewende.de/EWD/Redaktion/EN/Newsletter/2019/01/Meldung/direkt-account.html>, pristupljeno 28. lipnja 2024.
- [3] Building energy management systems for carbon neutrality, Appinventiv, dostupno na: <https://appinventiv.com/blog/energy-management-systems-development-for-carbon-neutrality/>, pristupljeno 28. lipnja 2024.
- [4] What is energy management?, IBM, dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/energy-management>, pristupljeno 29. lipnja 2024.
- [5] Photovoltaic System Monitoring, Science Direct, dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/photovoltaic-system-monitoring>, pristupljeno 29. lipnja 2024.
- [6] Solarstrom Eigenverbrauch Optimieren, Vese, dostupno na: [https://www.vese.ch/wp-content/uploads/EnergieSchweiz-Broschuere-Solarstrom\\_Eigenverbrauch\\_optimieren-DE.pdf](https://www.vese.ch/wp-content/uploads/EnergieSchweiz-Broschuere-Solarstrom_Eigenverbrauch_optimieren-DE.pdf), pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [7] 49ft (15m) Cat5e Snagless Unshielded (UTP) PVC Ethernet Network Patch Cable, Yellow, FS, dostupno na: <https://www.fs.com/products/63569.html>, pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [8] 2 pair Copper RS485 Communication Cable, pvc, 100 Mtr, Indiamart, dostupno na: <https://www.indiamart.com/proddetail/rs485-communication-cable-22216196788.html>, pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [9] Modbus TCP/IP, RTAutomation dostupno na: <https://www.rtautomation.com/technologies/modbus-tcpip/>, pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [10] Modbus RTU, RTAutomation dostupno na: <https://www.rtautomation.com/technologies/modbus-rtu/>, pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [11] IEC 60870-5-101 protocol, IPCOMM, dostupno na: <https://www.ipcomm.de/protocol/IEC101/en/sheet.html>, pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [12] What is https?, SSL, dostupno na: <https://www.ssl.com/faqs/what-is-https/>, pristupljeno 1. srpnja 2024.

- [13] What is an API (application programming interface)?, IBM, dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/api>, pristupljeno 1. srpnja 2024.
- [14] Šta je to back-end?, Coderslab, dostupno na: <https://coderslab.rs/rs/blog/sta-je-to-back-end>, pristupljeno 2. srpnja 2024.
- [15] Charge Point Operator (CPO), Driivz, dostupno na: <https://driivz.com/glossary/charge-point-operator/>, pristupljeno 2. srpnja 2024.
- [16] OCPP, Gridx, dostupno na: <https://www.gridx.ai/knowledge/ocpp>, pristupljeno 2. srpnja 2024.
- [17] Was ist das Ziel eines Virtuellen Kraftwerks?, Next Kraftwerke, dostupno na: <https://www.next-kraftwerke.de/unternehmen/technologie>, pristupljeno 3. srpnja 2024.
- [18] Lösungen für Batteriespeicher von kWh bis MWh, Smart1, dostupno na: <https://www.smart1.eu/loesungen/batteriespeicher/>, pristupljeno 4. srpnja 2024.
- [19] Lösungen für Elektromobilität vom Marktführer, Smart1 dostupno na: <https://www.smart1.eu/loesungen/elektromobilitaet/>, pristupljeno 4. srpnja 2024.
- [20] Feed-in management, Phoenix Contact, dostupno na: <https://www.phoenixcontact.com/en-sk/industries/applications/feed-in-management>, pristupljeno 4. srpnja 2024.