

# Tehnologija i stvaranje pametne samoodržive kuće

---

**Grković, Bojan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:790153>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-15**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 071-MMD-2022

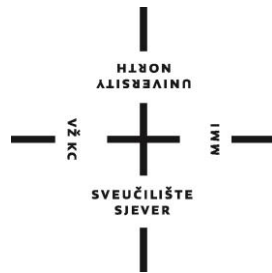
**TEHNOLOGIJA I STVARANJE PAMETNE  
SAMOODRŽIVE KUĆE**

Bojan Grković

Varaždin, srpanj 2022.

**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**

**Diplomski sveučilišni studij Multimedija**



DIPLOMSKI RAD br. 071-MMD\_2022

**TEHNOLOGIJA I STVARANJE PAMETNE  
SAMOODRŽIVE KUĆE**

Student:  
Bojan Grković, 0016029412.

Mentor:  
doc.art. dr.sc. Robert Geček

Varaždin, srpanj 2022.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Multimedija		
PRISTUPNIK	Bojan Grković	JMBAG	0016029412
DATUM	05.09.2022.	KOLEGIJ	Dizajn interaktivnih medija
NASLOV RADA	Tehnologija i stvaranje pametne samoodržive kuće		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Technology and the creation of a smart self-sustaining home		
MENTOR	Robert Geček	ZVANJE	doc.art.dr.sc.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc.dr.sc. Andrija Bernik - predsjednik		
	2. doc.dr.sc. Domagoj Frank - član		
	3. doc.art.dr.sc. Robert Geček - mentor		
	4. izv.prof. dr.sc. Emil Dumić - zamjenski član		
	5.		

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	071-MMD-2022
OPIS	<p>Ovaj diplomski rad postoji kako bi pojasnio funkcioniranje jedne pametne kuće. Rad je predviđen tako da se što manje informacija uzima sa Interneta, nego da pojasni jedno stvarno iskustvo u implementaciji samoodrživog pametnog sustava. Svaki taj sustav može se naručiti i ugrađuje ga tvrtka koja se bavi s istim, a to nije cilj ovog rada. Cilj je prikazati čitatelju kako se sustav može ugraditi samostalno uz sve potrebne elemente, poput solarnih ćelija za električnu energiju, solarnih cijevi za grijanje vode, centralnog računala, senzora, relejskih prekidača i WiFi prekidača, invertera za solarnu energiju.</p> <p>Rad je povezan sa kolegijem "Dizajn interaktivnih medija" tako što kuća o kojoj se radi, postaje interaktivna sa čovjekom. Ona uči i reagira na navike ukućana pa tako štedi električnu i toplinsku energiju, šalje izvještaje i uključuje sustave po potrebi.</p> <p>Rad se sastoji od dva bitna dijela, što su elementi i komponente koje čine jednu kuću samoodrživom i pametnom i samo stvaranje samoodržive i pametne kuće u praksi.</p> <p>Na kraju je cilj ovog rada da netko tko je ravnodušan na pojam samoodrživog ili vidi solarni sustav odnosno pametnu samoodrživu kuću kao jedan veliki trošak, promijeni mišljenje i uvidi na sve prednosti koje smo pokazali kroz ovaj rad. Sve je prikazano na jednom realnom primjeru, na primjeru vlastitog projekta. Kuće koja je na dobrom putu da bude potpuno samoodrživa.</p>

ZADATAK URUČEN

08.09.2022.



## Predgovor

Ovaj rad postoji kako bi pojasnio funkcioniranje jedne pametne kuće. Rad je predviđen tako da se što manje informacija uzima sa interneta, nego da pojasni jedno stvarno iskustvo u implementaciji samoodrživog pametnog sustava. Svaki taj sustav može se naručiti i ugrađuje ga tvrtka koja se bavi s istim, a to nije cilj ovog rada. Cilj je prikazati čitatelju kako se sustav može ugraditi samostalno uz sve potrebne elemente, poput solarnih ćelija za električnu energiju, solarnih cijevi za grijanje vode, centralnog računala, senzora, relejskih prekidača i WiFi prekidača, invertera za solarnu energiju.

Vrlo je bitno da čitatelj shvati kako postoje takvi sustavi od specijaliziranih proizvođača, da je njihova instalacija skupa i komplicirana, ali uz određeno znanje o elektronici, informatici i električnoj energiji, čovjek može samostalno instalirati takav sustav od više jeftinijih proizvođača. Radi se o stvarnom unapređivanju i dograđivanju sustava i dubljem razumijevanju smisla pametne kuće, a ujedno i osviještenosti o zaštiti planeta. Primani cilj implementacije takvog sustava je prije svega samostalnost i neovisnost od proizvođača električne energije i energenata za grijanje. Uz početno veće novčano ulaganje i žrtvovanje slobodnog vremena, ovaj sustav donosi i velike uštede, pogotovo u današnja vremena, kada cijene energenata „divljaju“ i ne obećavaju smirivanje situacije. Nećemo lagati, ekologija je ovoga puta nusprodukt, odnosno vrlo je jasno da nakon prvog ulaganja i zagađivanja planete tijekom proizvodnje dijelova, barem dvadesetak godina mi ne ispuštamo nikakve stakleničke plinove i čuvamo našu zemlju od zagađenja. Iz naše kuće se više ne „dimi“ a električna energija se troši samo kada se pojavi potreba.

Želi se barem pokušati pojasniti čitatelju kako štednja električne energije nije samo stalno gašenje svjetla, smanjivanje temperature na hladnjaku, odnosno smanjivanje kućne temperature zimi ili paljenje bojlera samo navečer prije tuširanja. Želi se pojasniti da to sve može raditi tehnologija, jedan pametni sustav koji prepoznaje kako funkcioniraju ukućani i stavlja naš dom u opciju štednje svaki puta kada spavamo ili smo odsutni.

Bojan Grković

## Sažetak

Ovaj rad će nam pojasniti rad jedne samoodržive kuće koja je realna i postoji. Vrlo je dobro što se ne radi o nekoj tuđoj kući, nego o baš postojećoj kući koju samostalno i to kroz etape preuređujemo u samoodrživu. Prvenstveno nam je cilj pojasniti sve elemente i sustave koji se ugrađuju, a potrebni su nam da dođemo do krajnjeg rezultata. Tako ćemo opisati solarne panele, baterije, kontrolere, pametne uređaje i prekidače, solarne grijače... Na kraju ćemo ih sve povezati u jedan jedinstveni sustav kroz centralno računalo.

Vrlo nam je bitna i anketa, kroz koju ćemo saznati zainteresiranost i upućenost naših ispitanika. Zanima nas koliko su ljudi ekološki osviješteni i kolika je njihova želja da budu energetske neovisni. Nažalost u Hrvatskoj to još nije tako rašireno, jer ljudi teže prihvaćaju nove tehnologije i trendove. Nekim ljudima nikako nije jasno kako se sunčeva energija, odnosno svjetlost može pretvoriti u 240V izmjenične energije koja može napajati našu kuću pa nije rijetko da niti ne vjeruju u takve sustave.

Na kraju kada dobijemo sve te informacije i razradimo temu do kraja, možemo donijeti zaključak. Zaključak je vrlo bitan jer nam govori dali nam se uopće isplati krenuti u takve velike projekte i dali smo uspjeli ljude zainteresirati oko obnovljivih izvora energije. Ovaj rad tome i teži, da pokuša uz jedan stvaran primjer ohrabriti ljude kako bi svoje domove prenamijenili u samoodržive i pametne.

## **Abstract**

This work will explain to us the work of a self-sustaining house that is real and exists. It is very good that it is not someone else's house, but an existing house that we are renovating independently and in stages into a self-sustainable one. Our primary goal is to clarify all the elements and systems that are being installed, and we need them to reach the final result. This is how we will describe solar panels, batteries, controllers, smart devices and switches, solar heaters... In the end, we will connect them all into one unique system through a central computer.

The survey is also very important to us, through which we will find out the interest and familiarity of our respondents. We are interested in how environmentally aware people are and how much their desire is to be energy independent. Unfortunately, in Croatia it is not yet so widespread, because people have a harder time accepting new technologies and trends. Some people do not at all understand how solar energy, or light, can be converted into 240V alternating energy that can power our house, so it is not uncommon for them not to believe in such systems.

At the end, when we get all this information and work out the topic to the end, we can draw a conclusion. The conclusion is very important because it tells us whether it is even worth it to embark on such large projects and whether we have succeeded in getting people interested in renewable energy sources. This diploma thesis strives for that, to try with a real example to encourage people to convert their homes into self-sustainable and smart ones.

## Popis korištenih kratica

<b>Kn</b>	Hrvatska Kuna - službena valuta Republike Hrvatske <i>Croatian „Kuna“ - official currency of the Republic of Croatia</i>
<b>AC-DC</b>	Izmjenična (inducirana) struja - Istosmjerna struja <i>Alternating Current (AC) - Direct Current (DC)</i>
<b>V</b>	Volt (simbol: V) je mjerna jedinica SI sustava za električku razliku potencijala <i>The volt (symbol: V) is the unit of electric potential, electric potential difference</i>
<b>kWh</b>	Kilovat sat - mjerna jedinica potrošnje električne energije u jednom satu <i>A kilowatt-hour (unit symbol: kW·h or kW h; commonly written as kWh) is a unit of energy: one kilowatt of power for one hour</i>
<b>Wh</b>	Watt sat – mana mjerna jedinica potrošnje (1kW = 10Wh) <i>The watt-hour (symbolized Wh) is a unit of energy equivalent to one watt (1 W)</i>
<b>Linux</b>	Alternativni operativnu sustav prema Windows OS-u <i>An open-source Unix-like operating system based on the Linux kernel</i>
<b>PTV</b>	Potrošna voda za higijenske potrebe ukućana <i>Water for consumption</i>
<b>RPI</b>	„Raspberry PI“ - mini računalo koje koristimo kao server <i>„Raspberry Pi“ is a series of small single-board computers (SBCs) developed in the United Kingdom by the Raspberry Pi Foundation in association with Broadcom</i>
<b>GPIO</b>	<i>General-purpose input/output</i> - izlazi za kontrolu releja na RPI računalu
<b>ADSL</b>	Eng. <i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> = asimetrična digitalna pretplatnička linija. Naziv je za digitalnu pretplatničku liniju (DSL) kod koje je brzina prijenosa podataka u smjeru prema korisniku veća od brzine u suprotnom smjeru.
<b>LTE</b>	Eng. <i>Long Term Evolution</i> – dugoročna evolucija. Ime za bežičnu telekomunikacijsku tehnologiju koja spada u tzv. četvrtu generaciju (4G).



# Sadržaj

1.	Uvod.....	10
1.1.	Zašto pametna kuća? .....	12
1.2.	Zašto samoodrživa kuća? .....	13
1.3.	Spoj pametnog i samoodrživog .....	14
1.4.	Štednja energije .....	15
1.5.	Cilj same teme .....	17
1.6.	Cilj promjene razmišljanja .....	18
1.7.	Sigurnost.....	19
2.	Elektronički elementi i komponente koji čine našu kuću samoodrživom i pametnom ..	21
2.1.	Fotonaponske ćelije i paneli .....	21
2.1.1.	Počeci solarnih ćelija.....	21
2.2.	Razvoj i vrste modernih fotonaponskih ćelija (panela).....	24
2.2.1.	Silicijski fotonaponski paneli.....	24
2.2.2.	Fotonaponski paneli od polimernog filma .....	29
2.3.	Pretvarači (inverteri) za solarne sustave.....	30
2.3.1.	Regulator punjenja.....	31
2.3.2.	Vrste solarnih pretvarača električne energije (invertera).....	32
2.4.	Tehnologija za stvaranje pametne kuće .....	36
2.4.1.	WiFi pristupne točke (Access Point) .....	36
2.4.2.	Gotovi uređaji za pametne kuće .....	37
2.5.	Centralno računalo i upravljački softver .....	43
2.5.1.	Centralno računalo .....	43
2.5.2.	Upravljački softver solarnog sustava.....	45
2.5.3.	Baterije i akumulatori .....	48
3.	Stvaranje samoodržive i pametne kuće.....	54
3.1.	Termo izolacija kuće .....	54
3.2.	Postavljanje fotonaponskih solarnih panela .....	55
3.3.	Postavljanje pretvarača i spajanje .....	59
3.4.	Postavljanje solarnih panela za grijanje potrošne vode.....	60
3.5.	Postavljanje dizalice topline i akumulacije tople vode .....	62
3.6.	Implementacija i spajanje baterija.....	65
3.7.	Povezivanje solarnog sustava sa centralnim računalom .....	68
3.8.	Povezivanje svih sustava u pametnu kuću .....	69
3.8.1.	ICC Advanced Power Management .....	69
3.8.2.	Zidni uređaji za kontrolu i automatizaciju sustava grijanja .....	71
3.8.3.	GPIO Power Management Control.....	73
3.8.4.	Home Assistant Software- program za kontrolu pametnih mrežnih uređaja.....	75
4.	Anketa .....	77
4.1.	Anketna pitanja .....	77
4.2.	Odgovori na anketna pitanja i analiza .....	79
4.2.1.	Dali vam je poznato kako rade solarni sustavi?.....	79
4.2.2.	Mislite li da je u premalo literature kako krenuti u solarne elektrane za vlastite potrebe? .....	80

4.2.3.	<i>Poznajete li vrste solarnih fotonaponskih panela?.....</i>	81
4.2.4.	<i>Smatrate li da je samoodrživo budućnost?.....</i>	82
4.2.5.	<i>Stvara li vam pomisao na energetska samostalnost doma ugodan osjećaj bezbrižnosti? .....</i>	83
4.2.6.	<i>Smatrate li da postoji dovoljno volje kako bi kuće postale energetska neovisne? .....</i>	84
4.2.7.	<i>Smatrate li da država dovoljno potiče energetska samostalnost? .....</i>	85
4.2.8.	<i>Koliko bi bili spremni uložiti u energetska samostalnost: .....</i>	86
4.2.9.	<i>Smatrate li da nam pametne kuće daju više slobodnog vremena? .....</i>	87
4.2.10.	<i>Jesu li pametne i samoodržive kuće bliža ili dalja budućnost? .....</i>	88
4.3.	<b>Zaključak sprovedene ankete .....</b>	88
	<b>Zaključak.....</b>	90
5.	<b>Literatura.....</b>	91

## 1. Uvod

Danas smo svjedoci vrlo ubrzanog razvitka tehnologije. Tehnologija je svuda oko nas i možemo pretpostaviti da ćemo u bliskoj budućnosti još više biti vezani sa tehnologijom. Tehnologija je kroz povijest napredovala kako bi prvenstveno pomogla čovjeku, a sada je sve jasnije kako je čovjek ovisan o istoj. Vrlo je teško zamisliti život bez primjerice pametnog telefona, isto kako je prije dvadesetak godina bilo nezamislivo živjeti bez njegovog prethodnika „mobilnog telefona“. Čovjek je tada bio zadovoljan sa telefonskim razgovorom sa obitelji, provjerom gdje se tko nalazi sms porukom. Bilo je potpuno nezamislivo da se još davnije međusobno „zvalo“ na kućni telefon i nadalo da je osoba koju trebamo kod kuće, za razliku kada danas imamo pametne telefone uvijek sa sobom.

Dakle, zaključili smo da uz sebe stalno imamo maleno računalo s kojim u svakom trenutku uz pomoć interneta možemo provjeriti ili mijenjati stanje u svojem domu. To ne mora biti isključivo kuća nego i stan u zgradi. Mi možemo uz pomoć mrežnih kamera provjeravati što rade djeca ili nam iste mogu dojaviti kretnje u našem domu te detektirati provalu. Da, samim razvitkom tehnologije shvaćeno je da je kamera zapravo senzor, koji može zabilježiti određene pokrete, ovisno o području koje smo zadali da se kontrolira. Nekada je video nadzor stanova i okućnica snimao konstantno i trošio se ovisno o kvaliteti snimke veliki diskovni prostor. Danas to beskorisno trošenje tvrdih diskova možemo zaobići sustavom detekcije pokreta pa kamera snima samo kada primjećuje kretanju. Naravno, takav sustav nije preporučljiv u trgovačkim centrima ili nadziranim gradovima, jer su tom slučaju potrebne snimke koje se mogu provjeravati u prošlost zbog događaja koji su se desili neprimijećeno.

Tehnologija prepoznavanja glasa i lica, odnosno određenih biometrijskih karakteristika neke osobe, također su dio ove teme, a imamo ih u tim istim pametnim telefonima (malim računalima), koji uz pomoć te tehnologije provjeravaju dali smo njihov vlasnik. Ta tehnologija potrebna je i u slučaju ove teme, teme pametne kuće koja je danas vrlo bitna. Zašto je bitna? Pa upravo zato jer velik dio dana ili barem osam sati spavanja provodimo u kući. U istoj čuvamo svoje vrijedne predmete ili ukrase s kojima smo sentimentalno vezani. U istim tim kućama nalaze se i tekućine, tvari ili električni uređaji koji se mogu pokvariti i izazvati nesreću. Također su tu i djeca koji se određeni dio dana nalaze sami u kući pa svojom znatiželjom mogu izazvati nešto na štetu doma.

Ovo je jednostavan uvod kako bi se povezali napredak tehnologije i mogućnost napretka pametne kuće. U ovoj temi ćemo se ponajviše baviti samoodrživom pametnom kućom. Zašto nam je to bitno? Pa upravo iz razloga što svi sustavi kontrole i dojave, odnosno upravljanje

parametrima kuće, trebaju električnu energiju, što nestankom iste taj sustav čini beskorisnim. Solarno – baterijski sustav omogućuje stalni rad i sustavima pametne kuće

Tu je i internet, koji je po razmišljanjima mnogih također ranjiva komponenta jedne pametne kuće, ne samo zato što može raditi u prekidima zbog greške operatera, nego putem interneta naša kuća može doživjeti napad centralnog sustava i primjerice izazvati eksploziju spremnika tople vode prekomjernim zagrijavanjem.

Svjedoci smo i poskupljenju energenata, što one ekološki i tehnološki osviještene još više tjera na razmišljanje o izgradnji pametne kuće ili o implementaciji pametnih uređaja, odnosno senzora, koji bi postojeću kuću učinili pametnom. Danas imamo već gotove sustave i nisu potrebne velike rekonstrukcije, nego jednostavno senzore stavljamo na mjesto svjetiljki, ispred napajanja uređaja i slično. Dakle, uz ovaj rad ćemo pojednostavniti i olakšati izbor uređaja koji će nam pomagati u razumijevanju i stvaranju pametne kuće. Tako na slici 1.1 imamo jedan jednostavan paket koji može učiniti našu kuću pametnom.



*Slika 1.1 Početni paket za pametne kuće*

## 1.1. Zašto pametna kuća?

Pa sve je jasno, imamo tehnologiju, imamo Internet i to doslovce svugdje gdje postoji naseljeno područje. Imamo pametne mobilne uređaje, odnosno mala računala koja su danas i snažnija od stolnih računala od prije nekoliko godina. Postoji tehnologija koja je sve pristupačnija, jednostavna je ugradnja, postoje razne upute ali i „sam svoj majstor“ rješenja sa YouTube videa. Sada kada sve više saznajemo količinu tehnologije koja bi nam olakšala upravljanje pametnom kućom, zašto si ne bi olakšali život!?

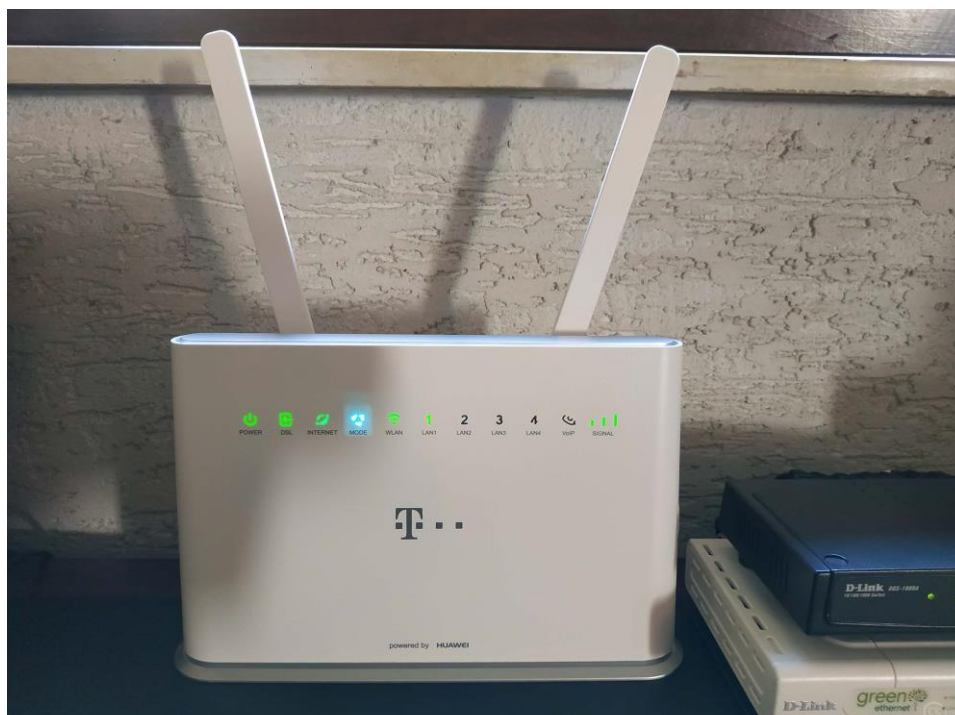
Primjećujemo kako neki ljudi ne prate tehnologiju i ne koriste Internet za istraživanja te si jednostavno ne žele olakšati neke svakodnevne radnje koje ih možda živciraju. Neke vesele svakodnevne radnje provjere ili uključivanje i isključivanje određenih uređaja, jer ih za to veže navika. U svakom slučaju, svi ljudi nisu isti pa smatramo da se nikako one koji ne žele takvu tehnologiju ne smije ni siliti na istu. Takva radnja može izazvati u čovjeku još veću mržnju prema tehnologiji, te još veće udaljavanje od iste. Mnogi informatičari i tehničari mogu potvrditi što se dešava kada ljudima koji su već navikli na svoj način života i starije su generacije, pokušamo nešto promijeniti. Primjerice, kada im mijenjamo stari operativni sustav sa novijim ili kada dobivaju novi „touch“ pametni telefon. Burna je to reakcija odbacivanja, ali ipak mnogi s vremenom shvate blagodati, te se brzo počnu koristiti novim uređajem ili sistemom.

Jedna ohrabrujuća činjenica je da pametna kuća može biti popuno automatizirana, a programira je tehničar, te isti može mijenjati parametre udaljeno, putem interneta, jer se najčešće uređaji pametne kuće spajaju na neki Internet server i tamo se može s njima upravljati. Možemo zamisliti kako svi ljudi široke ruke prihvaćaju takav potpuno automatizirani sustav, kada shvate koliko se sigurnije osjećaju i da ne moraju više isključivati bojler kada odlaze na put, nego stave cijeli sustav na postavku „on vacation“ (na odmoru). Također, vrlo je korisna dojava kretnji oko i u kući kada smo na godišnjem odmoru, štoviše kada možemo vidjeti snimku u živo pa čak i komunicirati sa nekime tko je ušao u našu kuću. Nekada se automatikom palio alarm, no sada mi sami možemo upaliti alarm ako je netko nepoznati u našem domu ili naša ne reakcija nakon nekog vremena sama pali alarm i poziva zaštitu.

Mnogima se odmah sviđa jedna stalna temperatura kuće ovisno o vanjskoj temperaturi. Dakle pametna kuća nam primjerice ljeti sama hladi kuću no ne radi to tako da održava stalnih 20 stupnjeva (što je također moguće), nego kontrolira temperaturu u korelaciji sa vanjskom temperaturom te unutarnju smanjuje nekoliko stupnjeva. Zimi to nije toliko bitno, jer je nekih 20 stupnjeva standard za grijanje kuće pa se ista i održava.

## 1.2. Zašto samoodrživa kuća?

U naslovu prije spomenuli smo sve blagodati koje nam nosi pametna kuća sama po sebi, a sada zamislite da je ta kuća samoodrživa. Zamislite kako se ne morate bojati nestanka električne energije, jer posjedujete solarne panele, baterije ili akumulatore, te vaša kuća nije ni primijetila da je došlo do prekida opskrbe električne energije. Vaše solarno grijanje potrošne vode pomoću vakumskih tuba i dalje cirkulira i nema bojazni da će se pregrijati i pokvariti, a ujedno topla voda će vas čekati spremna kao i svaku večer. Vaše centralno računalo pametne kuće će nastaviti raditi i svi sustavi su sigurni. Odmah nam pada na pamet Internet, jer pretpostavljamo ako je nestala električna energija, da je nestao i Internet. No nema problema, jer naša kuća ne ovisi o internetu, samostalna je i sustav radi i dalje prema našim postavkama od ranije. Internet nam služi samo za udaljeni pristup sustavu, kako bi promijenili postavke ili provjerili stanje. Ako to ne možemo, automatika odrađuje svoje i mi možemo biti mirni na godišnjem odmoru. Ako želimo biti napredniji i još sigurniji, možemo izbjeći takav događaj uz pomoć hibridnih modema (Slika 1.2). Hibridni modem radi tako da koristi ADSL tehnologiju fizičkih parica i LTE bežičnu tehnologiju mobilnog interneta. Na taj način ako se dogodi ispad bilo koje od tih dvije strane, Internet i dalje nastavlja sa radom. To je vrlo dobra opcija za još sigurniju kuću, jer nestanak interneta nije poželjan što se tiče sigurnosti kuće od provala ili nesreća. Znači, naša kuća sa nestankom interneta i dalje funkcionira i svi sustavi su ispravni, no sigurnost putem kamera i ostalih senzora nije dohvatljiva i u takvom slučaju dobra je alternativa poput hibridnog modema.



Slika 1.2 Hibridni IAD

([https://abload.de/image.php?img=img\\_20190428\\_094816ugkwu.jpg](https://abload.de/image.php?img=img_20190428_094816ugkwu.jpg))

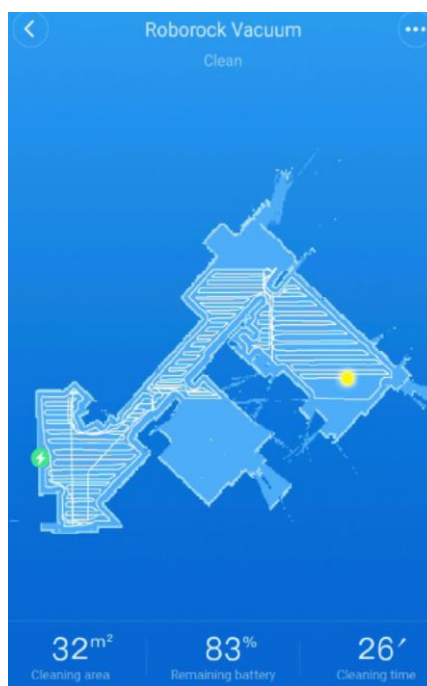
### 1.3. Spoj pametnog i samoodrživog

Kao što se može zaključiti u naslovima prije, to je jedna kombinacija tehnologija koja je neizbježna. Obje tehnologije su praktički nove, a donose jedan spoj koji omogućuje neometano funkcioniranje kuće bez previše angažiranja čovjeka. Naravno, ovdje ne pričamo o samoj ugradnji i onome čemu težimo, a to je stalno unapređivanje sustava. Ovdje pričamo o rezultatu, što je uživanje u potpuno automatiziranom sustavu, gdje ako se i dogodi greška, možemo saznati razloge iz „logova“ (dnevnika) koje sprema centralno računalo.

Jedan od primjera spoja tehnologija jest da kuća prepoznaje prisustvo i odsustvo čovjeka pa tako ulazi u razne „modove“ rada, poput štednje, održavanja ili grijanja. U svakom slučaju predviđa se skoro automatiziranje svake kuće, jer mi ljudi nesvjesno kupujemo pametne uređaje. Jedan pametni telefon stalno analizira i pamti naše kretnje i razne baze podataka znaju dosta toga o nama. Naš pametni čistač, tzv. robotski usisivač (slika 1.3) analizira našu kuću i radi mape (slika 1.4) iste. On si time olakšava čišćenje učeći gdje se nalaze stolice, igračke i ostale prepreke. On može pratiti i nas, jer noviji modeli posjeduju i kamere. Moderni hladnjaci koji se nagovještaju, učiti će o našim navikama jedenja i upozoravati će nas kada nešto nedostaje u hladnjaku, a važno je za naše svakodnevne navike. Možda je to mlijeko, jaja ili neka druga osnovna namirnica. Kada bi ti uređaji koristili zajedničku bazu podataka ili bi se koristili senzori sa istih, pošto su spojivi u zajedničku mrežu, mogli bi koristiti iste kao inpute, odnosno senzore koji prate dali smo u kući ili nismo.



Slika 1.3 robotski čistač



Slika 1.4 mapiranje kuće

## 1.4. Štednja energije

Pretpostavlja se da ako gradimo pametnu kući ili unapređujemo već postojeću kuću, prije svega moramo poduzeti neke promjene kako bi kuća postala štedljiva. Prvo što nam pada na pamet je nova termo fasada i to se svakom preporučuje jer su uštede velike. Kada su u pitanju starije kuće tu je već u pitanju stariji krov koji se treba mijenjati, pa je to idealna prilika da se isti uradi po novim standardima, primjerice po principu „parna brana“ i bolja unutarnja izolacija. Tu je naravno preporučljiva i nova stolarija i to aluminijska ili PVC jer se drvo s vremenom isušuje. Te promjene naravno nisu tako jeftine, jer je jednoj prosječnoj obitelji potreban popriličan izdatak. Nakon toga možemo početi razmišljati o pametnoj i samoodrživoj kući.

Sustav pametne kuće sada može još efikasnije kontrolirati i uštediti našu energiju. Sustav pomoću običnog sata može znati dali spavamo ili smo negdje u kući, a pomoću vremenske stanice koja sadrži nekoliko senzora (termometar, barometar, vlaga, brzina vjetra, heliograf) zna dali mora uključiti grijanje ili dali ima dovoljno sunca da sve radi preko solarnih panela. To se također može riješiti i na drugi način bez dodatnih senzora. Primjerice, sami fotonaponski solarni panel je poput senzora, jer količina snage koje daju u nekom trenutku pokazuje nam dali je oblačno ili nije. Tako primjerice sustav može prepoznati višak snage sunčeve energije i preusmjeriti istu u akumuliranje. Akumuliranje može biti toplinsko u akumulacijskim spremnicima ili u obliku električne energije, puneći baterije.

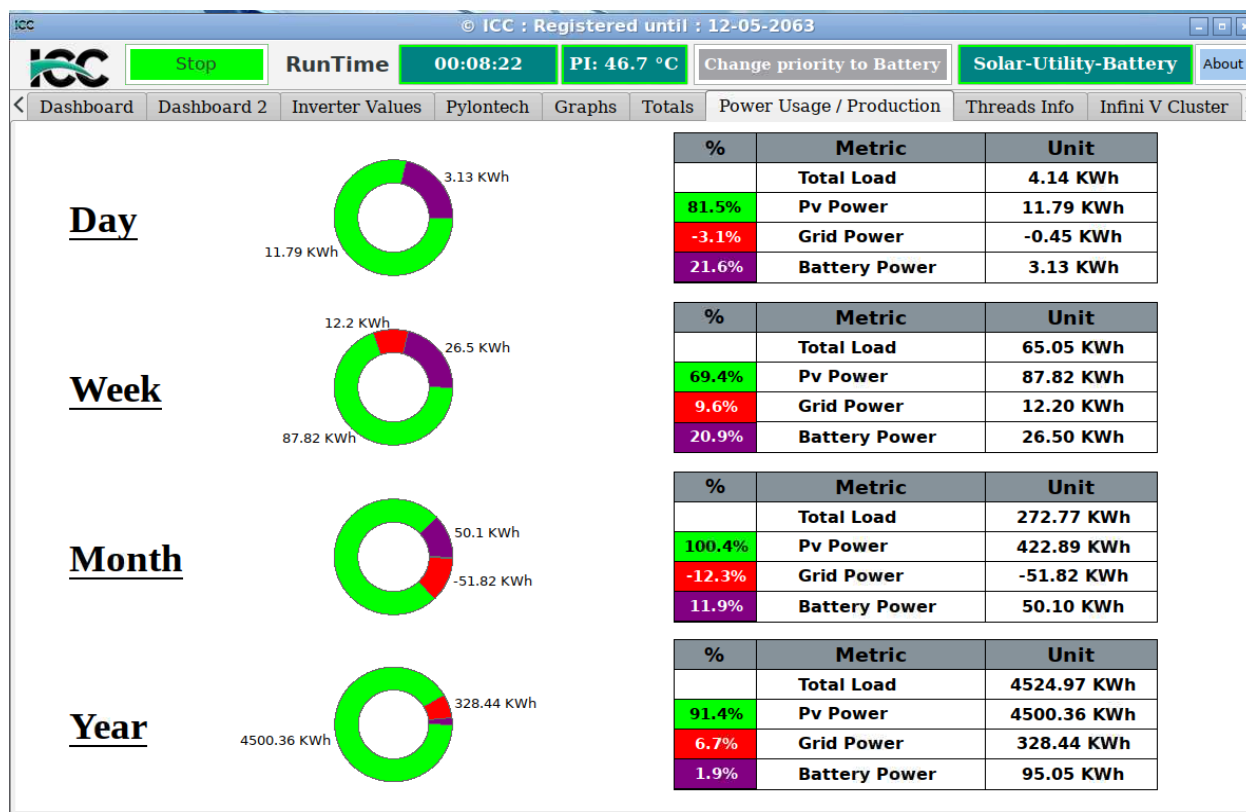
Na taj način mi štedimo električnu energiju iz mreže ako ju koristimo za alternativu, jer ju ne koristimo, ali i druge energente jer stvaramo i toplinu. Ako imamo kvalitetne baterije poput novih litijskih baterija, punjenje je vrlo brzo jer one toleriraju visku struju (amperažu) punjenja bez posljedica. Također ako smo ugradili kvalitetne i dobro izolirane rezervoare zagrijane vode, mi tada jednim grijanjem možemo čak nekoliko dana imati toplu vodu. A ako koristimo i vakumske tube ili obične solarne grijače koji rade na principu protoka vode i zagrijavanja iste na suncu, mi niti ne trošimo električnu energiju iz solarnih fotonaponskih panela, pa tu energiju možemo usmjeriti u nešto drugo.

U svakom slučaju osjećamo se vrlo ugodno kada shvatimo da smo neovisni te da račun za električnu energiju dolazi, ali nema potrošnje, odnosno plaćamo samo „mrežarinu“. Naravno pričamo o slučaju kada koristimo električnu mrežu za alternativu. Takvu alternativu je dobro imati u kasnim jesenskim danima i zimskim danima kada nema toliko sunca, a ima mnogo magle. Tada nema dovoljno sunčevog zračenja da bi se proizvelo dovoljno električne energije i za grijanje kuće pa se kompenzira iz električne mreže. Štednjom se i to može smanjiti na minimum, a ubrzo dolazi i mjesec veljača kada postaje povoljnije vrijeme. Nema više toliko magle i polako se produžuju dani, odnosno sunčani sati.



U smislu štednje energije ne misli se samo na štednju energije iz mreže koju plaćamo, nego i našu električnu energiju koju proizvodimo. Već prije spomenutim pametnim korištenjem, odnosno praćenjem ukućana, sunca, vremenske prognoze, paljenjem i gašenjem uređaja po potrebi mi štedimo naš sustav, naše baterije i popratne elemente.

Tako na slici 1.5 možemo vidjeti dnevnu, tjednu, mjesečnu odnosno godišnju potrošnju i proizvodnju električne energije, ova slika je iz realnog sustava i nije nastala preuzimanjem s interneta. Dakle, podaci su točni i mogu se uzeti u obzir kao dokaz efikasnosti jednog solarnog sustava, koji obrađujemo i u nastavku, a svi podaci koristit će se iz istog sustava. Smatra se da je jednostavno napraviti rad od mnogo podataka koji se nalaze na Internetu kojima mi možemo samo vjerovati. Ovaj sustav je opipljiv i moguće ga je svakodnevno vidjeti. On ima svoje mane kao i svi sustavi, no podaci upravo govore o onome što se želi postići, a to je dokazivanje efikasnosti jednog postojećeg solarnog sustava vezanog na pametnu kuću i efikasnog raspoređivanja električne energije. Tako na slici vidimo zelenom bojom označenu potrošnju solarne energije, ljubičastom bojom je označena potrošnja iz baterija koju također puni solarna energija, a crvenom bojom je označena potrošnja iz električne mreže, što je za 2022. godinu (od 1.1 do 21.5.) 328.44 kWh. To je vrlo malo na proizvedenih 4500.46 kWh s obzirom da je kuća bila grijana i imala je tople vode.



Slika 1.5 Podaci potrošnje i proizvodnje solarne pametne kuće u 2022 godini

Po tehničkim podacima snaga solarnih fotonaponskih panela kuće koju analiziramo jest 12 kW vršne snage, što znači da se ta snaga postiže u praksi nekih 2 sata, točnije od 11 pa do 13 sati i to kada je vedro vrijeme bez mnogo vlage. Ovisno o godišnjem dobu, snaga i sati proizvodnje se povećavaju prema sedmom mjesecu, dok se u osmom osjeća padanje sunčevih sati. Tada sati padaju ovisno o kutu sunca koji se smanjuje

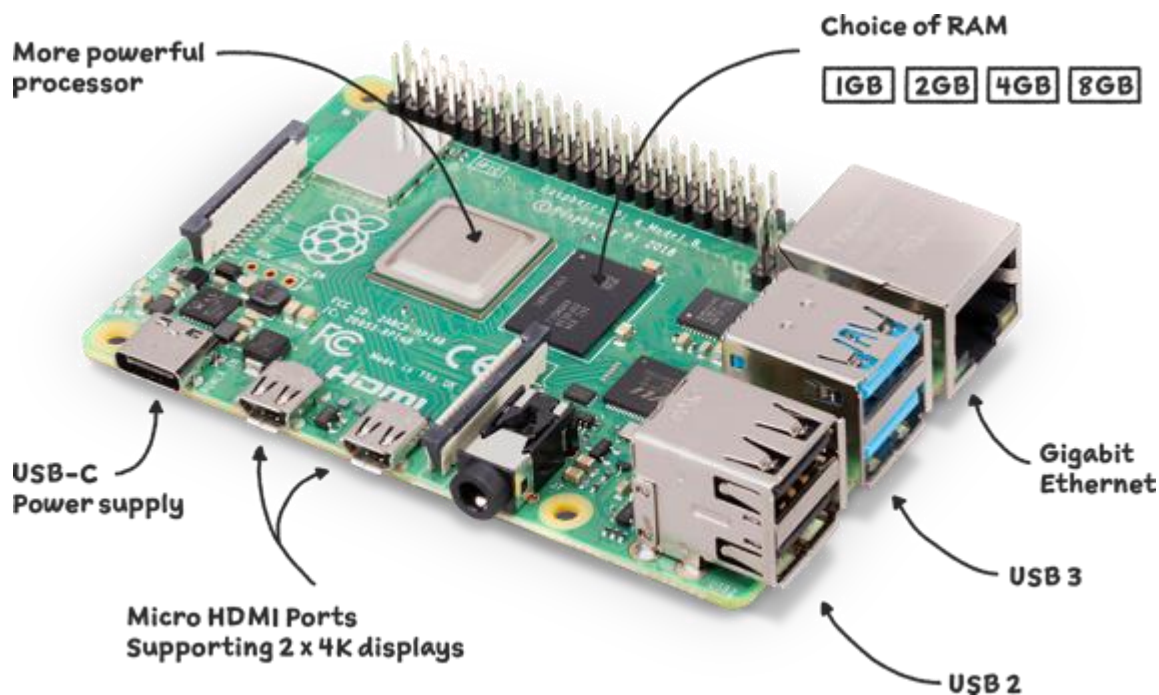
. Tek u prvom mjesecu može se primijetiti kako dani polako postaju duži i količina proizvedene električne energije postaje veća. Na slici 1.6 možemo vidjeti tablicu za 12. mjesec 2021, te 1. i 2. mjesec 2022. Ovdje se jasno vidi (zeleni pravokutnik) kako je proizvodnja u 12. mjesecu najmanja (410.25 kWh), a početkom godine ona raste.

YEAR	MONTH	TOTAL kWh LOAD	SOLAR kWh PRODUCED	GRID kWh USED	BATTERY kWh USED	COST SAVING	EFFICIENCY
2022	02	826.12	809.15	60.55	2.18	765.57	2.41
2022	01	1817.68	597.24	1295.00	2.09	522.68	1.61
2021	12	2086.60	410.25	1755.05	0.11	331.55	1.10

*Slika 1.6 Proizvodnja električne energije po najmanje osunčanim mjesecima*

## 1.5. Cilj same teme

Vrlo je bitno poručiti čitatelju, pogotovo mlađoj populaciji kako mogu sebi olakšati život i imati više vremena za sebe. Uz početni vlastiti trud i priznajemo, ne toliko mali novčani izdatak (oko 150 tisuća kuna za prosječnu kuću), kada je sve gotovo imati ćemo više vremena za obitelj, putovanja i ostale hobije u van kuće. Za neke će to biti izazov i novi hobi za još više istraživanja i unapređivanja pametne kuće. Prostora ima mnogo, pogotovo sa besplatnim ili jeftinim softverom i alternativnim računalima poput „raspberry pi“ koji je na slici 1.7. Što ćemo još postići? Pa sigurnost i neovisnost kod električne energije, sigurnost oko drugih energenata (plin, drva, lož ulje, peleti). Maknut ćemo s uma brigu oko nabavke istih, cijepanja drva što danas oduzima mnogo vremena, snage i zdravlja, ali i oslobodit ćemo novčanik od daljnjih sve većih izdataka zbog istih. Ovdje također moramo spomenuti i aktualne energetske probleme na europskoj, odnosno svjetskoj razini. Jednostavno ako smo na vrijeme, a još imamo vremena, obogatili našu kuću sa solarnim panelima i automatizacijom, ne pogađa nas toliki stres oko poskupljenja energenata, pogotovo plina. Možemo jednostavno sa smiješkom gledati na susjede koji su nas u početku naše gradnje čudno gledali i kritizirali kako možemo radije trošiti novac na putovanja i kako se tako nešto neće isplatiti. Upravo je zato cilj što više proširiti i dati poticaja drugim mladim ljudima koji će sada, nadamo se, bolje razumjeti o čemu se radi.



Slika 1.7 Raspberry Pi, mini računalo (<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b>)

## 1.6. Cilj promjene razmišljanja

Kao što je navedeno u naslovu prije, mnogi ljudi su nevjerni i dalje smatraju kako je implementacija takvih sustava u vlastitu kuću previše velik i neisplativ. Mnogi ipak priznaju kako je to isplativo, ali da je povrat nakon previše godina. To je krivi način razmišljanja i vrlo je negativan. To je način razmišljanja gdje ljudi sami sebe uvjeravaju kako bi bilo bolje potrošiti novac na nešto drugo, poput novog automobila kojeg sebično žele za sebe.

Iz ovog primjera, realne pametne kuće koja se još unapređuje možemo zaključiti mnogo toga. Primjerice, kako je izdatak za električnu energiju bio oko 400 HRK mjesečno (škrinje, frižideri, cirkulari, bojler, hidro pak i razni aparati) što je 4800 kuna godišnje. Nadalje, pošto se radi o selu, u pitanju su bila drva kao energent. Drva su za grijanih 200 m<sup>2</sup>, sezonski sa prijevozom koštala oko 10.000 kn, odnosno sada zbog poskupljenja to možemo vrlo jednostavno zaokružiti i na 12.000 kn. Dakle, ukupan trošak doseže nekih 16800 kuna godišnje. Ovim jednostavnim izračunom možemo zaključiti da se postigao povrat unutar 9 do 10 godina. No to nije sasvim točno, jer uz pretpostavku da električna energija i energenti drastično poskupljuju i kako se nikad više neće vratiti na istu cijenu. Tu postoje i popratni troškovi odražavanja kotlova i plinskog centralnog grijanja. Ako je sustav grijanja bio star, tu su stalno neki novi troškovi.

To je jedan pogled promjene razmišljanja, gdje se pojašnjava godišnja ušteda i koliko je potrebno vremena da se investicija isplati. No ima još jedan mnogo bolji način razmišljanja.

To je način razmišljanja ljudi kojima novac ne predstavlja baš sve u životu i kojima brza pozitivna računica nije jedini način zaključivanja isplativosti. Kako bi postigli taj način razmišljanja, moramo prvo obratiti pažnju na svoj novčanik. Dakle ako ga promatramo mjesečno, shvatiti ćemo da je „deblji“ za 1400 kuna, što nije malen novac i odmah shvaćamo koliko nam može mjesečni standard porasti naspram ostalih sličnih kućanstava. Dakle, mi možemo češće s obitelji u restoran na večeru, možemo djecu odvesti u zabavni park. Ipak je djetinjstvo jedno, a djeca pamte svoje roditelje i po zajedničkim druženjima, putovanjima. Također, jednostavnije nam je skupiti novac za ljetovanje ili otplaćivati neki kredit (primjerice za električni automobil). Želi se reći kako danas zbog sve većih izdataka za režije, prvenstveno električnu energije i ogrijeva, obitelj bude zakinuta za neke lijepe obiteljske događaje, druženja, putovanja što je nepovratno.

## 1.7. Sigurnost

Implementacijom pametnog sustava osigurali smo obitelji sigurnost, ali i svoju sigurnost jer ne moramo zvati djecu prije odlaska u školu i pitati ih dali su ugasili termostat na grijanju. Sigurnost može biti u pogledu centralnog grijanja na drva, koja koriste cirkulacijsku pumpu. Pretpostavljate, pumpa ne radi ako nestaje električne energije, a tada nastupa moguća eksplozija ili kvar skupocjenih kotlova, jer voda ne cirkulira i stvara se vodena para koja stvara veliki pritisak, poput parnog stroja. Eksplozija se može desiti ako u sustavu zbog štednje nemamo sigurnosni ventil ili je isti krivo postavljen. Ne moramo više brinuti o svjetlu koje smo ostavili jer putem interneta možemo ugasiti isto. Također, uz pomoć WiFi sklopke (slika 1.8.) visoke struje (amperaže) u našem ormaru sa osiguračima, možemo iz daljine sa našeg pametnog mobilnog telefona isključiti mrežni sustav električne energije, koji nam je sad već alternativa za mračne dane. To se radi u slučaju nepovoljne prognoze sa puno grmljavine, koja nam putem električne mreže može uništiti cijeli sustav pametne kuće.

Tu su također i WiFi kamere, koje detektiraju kretanje i prepoznaju razlike između životinja i ljudi. Tako nam i javljaju kako je netko u našem dvorištu ili čak u kući. Pošto su kamere WiFi, možemo ih slobodno postavljati bilo gdje gdje ima električne energije te one bežično komuniciraju sa našim sustavom. Potrebno ih je samo spojiti na našu pristupnu točku. Što se tiče slobode današnjih kamera, postoje već i bežične solarne kamere (slika 1.9.) koje pune svoje snažne

baterije preko dana putem sunca. Takve solarne kamere mogu funkcionirati i na mjestima gdje nema električne energije, odnosno utičnice. To mogu biti vrtovi, bazeni, dječje igralište...



Slika 1.8 Bežična WiFi sklopka za ormarić sa osiguračima

([https://ae01.alicdn.com/kf/Heb70628abb434fb78fbb2afc503f32b2H/3-phase-80A-Din-Rail-WIFI-Circuit-Breaker-Smart-Switch-Remote-Control-by-Ewelink-APP-for.jpg\\_Q90.jpg\\_.webp](https://ae01.alicdn.com/kf/Heb70628abb434fb78fbb2afc503f32b2H/3-phase-80A-Din-Rail-WIFI-Circuit-Breaker-Smart-Switch-Remote-Control-by-Ewelink-APP-for.jpg_Q90.jpg_.webp))



Slika 1.9 bežična solarna kamera za potpunu slobodu instalacije

([https://www.powerplanetonline.com/cdnassets/camara\\_seguridad\\_ip\\_escam\\_qf280\\_solar\\_1080p\\_355\\_wifi\\_01\\_l.jpg](https://www.powerplanetonline.com/cdnassets/camara_seguridad_ip_escam_qf280_solar_1080p_355_wifi_01_l.jpg))

## **2. Elektronički elementi i komponente koji čine našu kuću samoodrživom i pametnom**

Kao što je u tekstu prije naglašeno, opisati ćemo rad jedne pametne samoodržive kuće koja je realna i funkcionira u Kapeli Kalničkoj kraj Ljubešćice u Varaždinskoj županiji. To je vrlo bitno jer sve opisano je jedno veliko iskustvo samostalne implementacije i shvaćanja takve tehnologije. Radi se o mnogo grešaka i pokušaja, no na kraju se došlo do rezultata koji se još dan danas nadograđuje. Bitno je pojasniti i približiti čitatelju kako nije bespomoćan i kako se jednim hobijskim može polako, korak po korak izgraditi vlastiti solarni sustav, a kasnije ga povezati sa računalom i polako graditi samoodrživu neovisnu kuću. Ovo nije rad koji je istraživao na internetu i kojem se vjeruje, jer navodno negdje postoji dokaz da to zapravo funkcionira. Iskustvo nam govori da reklama prodaje tehnologiju, ali u zbilji ne funkcionira sve onako kako želimo jer mora postojati i znanje koje će sve to povezati u jedan sustav. Uz mnoge ponude solarnih sustava ili kompletnih samoodrživih kuća mi smo osuđeni na visoke cijene, koje odmah odbijaju ljude. Danas je vrlo skupa ugradnja svih tih sustava. Vrlo su skupe baterije i raznorazni senzori. Zato je vrlo bitan ovakav rad, koji približava budućem korisniku i „implementatoru“ jeftiniji sustav koji će samostalno ugrađivati i programirati.

### **2.1. Fotonaponske ćelije i paneli**

Fotonaponski učinak primijećen je još 1839. godine sa strane fizičara Alexandre-Edmond Becquerel [1]. On se smatra jednim od prvih znanstvenika koji je došao do tih zaključaka proučavajući fotonaponsku energiju. No povijest sve do sadašnjosti se razvijala po potrebi, koje je otkrićem tehnologije bilo sve više.

#### **2.1.1. Počeci solarnih ćelija**

Povijest fotonaponskih ćelija seže u daleku 1883. kada ju je dizajnirao i sagradio Charles Fritts [1]. Ta solarna ćelija bila je sa učinkovitošću od 1% i bila je vrlo skupa jer je sadržavala selen i tanki sloj zlata. Prvu instalaciju solarnih ćelija Charles je ugradio na krovu jedne zgrade u New Yorku (slika 2.1.) [2].

Preteča današnjih oblika solarnih ćelija seže u 1946. godinu gdje se počinje kao poluvodič koristiti silicij. Patentirao ih je i pustio u pogon Russell Ohl. Njihova učinkovitost bila je oko 3% i polako se ta tehnologija počela razvijati na temelju Russel-ovih patenata, sve dok se nije desio malo veći pomak (skoro dupli)[3].

Naime 1954. godine u laboratoriju Bells razvijene su silicijske ćelije najslabije današnjim, što je prikazano na slici 2.2. To razvijanje tehnologije silicija omogućio nam je prve komercijalne solarne ćelije čija je učinkovitost bila 6%. Tako ubrzo, odnosno 1957. godine pojavljuju se na tržištu prve komercijalne solarne ćelije. Možete pretpostaviti kako su se uskoro počele koristiti u svemirskom programima SD-a i SSSR-a [4].



*Slika 2.1 instalacija solarnih ćelija Charles Fritts-a 1883. godine ([https://th-thumbailer.cdn-si-edu.com/lyr-ZTDMFJkMjfh2RnM\\_Wg1uWkw=/fit-in/1072x0/https://tf-cmsv2-smithsonianmag-media.s3.amazonaws.com/filer/10/1f/101f7588-9fbf-4656-bcf7-932d12862abc/first\\_so](https://th-thumbailer.cdn-si-edu.com/lyr-ZTDMFJkMjfh2RnM_Wg1uWkw=/fit-in/1072x0/https://tf-cmsv2-smithsonianmag-media.s3.amazonaws.com/filer/10/1f/101f7588-9fbf-4656-bcf7-932d12862abc/first_so))*

Za sada je to bila skupocjena tehnologija koju si je mogla priuštiti neka bogata tvrtka ili velike države za spomenuti svemirski program. Jedino na taj način su mogli biti ostvareni prvi svemirski programi jer su svoje baterije dopunjavali uz pomoć fotonaponskih ćelija, što im je omogućilo duži boravak u svemiru. Prve solarne ćelije koje su bile dostupne običnim ljudima pojavljuju se tek sedamdesetih godina na kalkulatorima i u obliku nekih malih kućnih solarnih panela. Moramo spomenuti tehnologiju solarnih kalkulatora, jer su to bili prvi pogled u neovisnost od vodiča i utičnice. Prvi solarni kalkulator bio je Sharp EL-8026 „Sun Man“, a prikazan je na slikama 2.3 i 2.4 [5].



Slika 2.2 prve solarne ćelije iz laboratorija Bells 1954. godine  
 ([https://www.bellsystemmemorial.com/images/1954\\_solar2.jpg](https://www.bellsystemmemorial.com/images/1954_solar2.jpg))



Slika 2.4 Prvi solarni kalkulator Sharp EL-8026 sprijeda  
 ([http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026\\_1.jpg](http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026_1.jpg))



Slika 2.3 Prvi solarni kalkulator Sharp EL-8026 odzada gdje su solarne ćelije  
 ([http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026\\_3.jpg](http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026_3.jpg))



## **2.2. Razvoj i vrste modernih fotonaponskih ćelija (panela)**

Dakle, sada smo već zaključili da su solarne ćelije uređaji, odnosno spojevi poluvodičkih materijala koji pretvaraju sunčevu energiju u prijeko potrebnu električnu energiju. Za sada u fotonaponskoj tehnologiji vlada pravilo: „veća površna ćelija, više električne energije“. To se naravno s raznim vrstama materijala i nove tehnologije mijenja i potrebna je sve manja površina, odnosno snaga se napretkom solarnih ćelija povećava [6].

Tako danas možemo jednostavno podijeliti dvije osnovne vrste fotonaponskih pretvarača po njihovoj tehnologiji materijala. Tako fotonaponske ćelije dijelimo u dvije velike skupine:

- Silicijske solarne ćelije
- Polimerne solarne ćelije

Vrlo važna činjenica oko fotonaponskih panela jest da se oni sačinjavaju od više fotonaponskih ćelija određenog materijala i tehnologije. Vrlo se često susrećemo sa greškama u izražavanju dotične tehnologije, pa tako ljudi solarne fotonaponske panele zovu ćelijama ili samo solarnim panelima. Zato smo dužni pojasniti kako solarni paneli mogu biti fotonaponski, ali i paneli koji koriste za zagrijavanje vode. Njih ima također nekoliko vrsta, no o tome ćemo kasnije. Vrlo je bitno pojasniti kako se fotonaponski paneli sastoje od skupa fotonaponskih ćelija koje se spajaju serijski kako bi se dobila viša voltaža ili paralelno kako bi se dobila veća snaga odnosno Wati. Ista takva spajanja se vrše se sa solarnim panelima i dobivamo solarnu elektranu određene snage. Snaga elektrana se također izražava u Watima (W) odnosno, kilovatima (kW) ili čak megavatima (MW). Serijskim spajanjem fotonaponskih panela dobivamo višu voltažu (400 V, do 1000 V), što traže neki mrežni pretvarači odnosno inverteri, o kojima ćemo također kasnije.

### **2.2.1. Silicijski fotonaponski paneli**

Samo ime govori da je glavni materijal koji se koristi u proizvodnji ovakvih solarnih ćelija silicij. Silicij ima poluvodička svojstva koja su vrlo bitna kod proizvodnje električne energije od sunčeve energije. Stvaranje električne energije dešava se tako što sunčeve zrake padaju na ćelije i pokreću elektrone iz orbite atoma. Takvi oslobođeni elektroni tada stvaraju električnu energiju koja poteče kroz vodiče koji čine mrežu oko materijala [6]. U praksi i prikupljanju znanja kod implementacije solarnog dijela u pametnu i samoodrživu kuću koju opisujemo, može se reći da što je materijal solarnih ćelija tamniji, kvaliteta silicija je veća i gušća, a paneli bi trebali biti efikasniji.

## □ Monokristalne ćelije i paneli

Jedna od bitnih i odmah uočljivih karakteristika je da su tanki skupovi ćelija odnosno fotonaponski paneli, tamnije boje i karakterizira ih romb ili kako ga zovu u slengu „dijamant“, između ćelija (vidljivo je na slici 2.5). Tamniju boju karakterizira silicij velike kakvoće ali i jedan smjer fotoosjetljivih ćelija. Takve ćelije nam omogućuju visoku učinkovitost i do 22%, no to se postiže tek kada su paneli okrenuti prema suncu, a u suprotnom se učinkovitost vrlo smanjuje. Zato su monokristalni paneli vrlo učinkoviti u južnijim područjima gdje je sunčeva energija izraženija, duža i direktnija [7]. Dakle, kada je sunčeva svjetlost raspršena zbog oblaka ili ako se radi o jutarnjem suncu ili zalasku, monokristalni paneli daju vrlo malo električne energije, odnosno pobuda im je slaba.



*Slika 2.5 monokristalni paneli*

Bitno je za naglasiti kako su monokristalni paneli skuplji, jer je proizvodni proces njihovih ćelija skuplji, odnosno teži. U tom se procesu topi silicij i uzgaja se u velike kristale koje nazivamo „ignoti“. Taj proces je vremenski dugačak, a dobiveni kristali se kasnije režu u pojedinačne solarne ćelije. Taj duži, proces proizvodnje čini kvalitetniji i čišći silicij, a monokristalne fotonaponske panele čini skupljima.

Cijena monokristalnih panela pada što ih više ne čini toliko skupljima, a tome pridonosi sve veća potražnja zbog izgradnje velikih solarnih elektrana od nekoliko stotina megavata, ali i sve više samoodrživih kuća i zgrada koji su naša tema. Današnji monokristalni fotonaponski paneli, dosežu snagu već i do 500-600 Wati. To je za jedan Panel od 1956 \* 992 \* 40 mm (72 ćelije) već poprilično mnogo [7].

## □ Polikristalne ćelije i paneli

Polikristalne ćelije karakteriziraju višesmjerni kristali silicija, što je ono osnovno zbog čega daju nižu učinkovitost. Drugi razlog manje učinkovitosti je u tome što se ne radi o čistom kristalu silicija nego se tu nalaze razne primjese pa je čistoća manja. Kada pričamo o učinkovitosti, tada je učinkovitost polikristalnih ćelija oko 18%. Sjetimo se sada prije spomenute Charles Fritts-ove ćelije čija je učinkovitost 1%. Zamislite koliko malo snage su davale te ćelije, ali čovjek svejedno nije odustao u razvijanju te tehnologije.

Jedno od najlakših objašnjenja zašto su monokristalne ćelije efikasnije i daju više energije od polikristalnih, jest u tome što električna struja mnogo lakše putuje kroz monokristalne ćelije. Razlog tome je njihova uređena i lijepa kristalna struktura [8]. Polikristalne strukture imaju barijere i podjele u svojoj kristalnoj strukturi (vidljivo na slici 2.6) što uzrokuje prekide i poremećaje u propusnosti električne struje. Iz istog razloga su polikristalne ćelije manje učinkovite, no kako tehnologija njihove proizvodnje napreduje, njihova efikasnost se povećava.

Kada se u proizvodnji izrezuju polikristalne ćelije, jeftiniji je postupak i manje je otpada. Manje je gubitaka silicija prilikom izrezivanja, a ploče, odnosno ćelije koje se izrezuju, su pravilnog pravokutnog oblika što je odmah prepoznatljivo na fotonaponskim panelima [8].



*Slika 2.6 Polikristalne ćelije i njihova struktura*

*(<http://www.baterije.org/akcija/SOLAR/polikristalne-celije.jpg>)*

## □ Razlike između monokristalnih i polikristalnih fotonaponskih panela

Kao što smo prije spomenuli, njihova je osnovna razlika u proizvodnji, efikasnosti ali i boji. Ako ih uspoređujemo jedan pored drugoga, odmah zamjećujemo kako su monokristalni paneli tamniji, a ćelije su specifičnog oblika rezanja, dok su polikristalni tamno plave boje i vidljive su nečistoće. To je dobro prikazano na usporednoj slici 2.7 gdje je su s lijeve strane, monokristalne ćelije odnosno panel, a s desne su polikristalne ćelije pravilnog oblika [9].



*Slika 2.7 Razlike između monokristalnog i polikristalnog fotonaponskog panela (<https://cdn-bbocn.nitrocdn.com/sHHHDklDuEUMOOyBLjWrIIQAmUlkYkV/assets/static/optimized/rev-5534393/wp-content/uploads/2021/01/razlike-izmedju-monokristal-i-polikristal-solarnih-panela.jpg>)*

Jedan primjer efikasnosti ove dvije vrste fotonaponskih panela, je u omjeru njihove veličine i količine snage koje daju. Ako uzmemo dva najpoznatija standarda veličina fotonaponskih panela, što su;

- A. Paneli od 60 ćelija 1640 x 992 x 40 mm
- B. Paneli od 72 ćelija 1956 x 992 x 40 mm

Tako primjerice monokristalni panel pod opcijom „B“ daje 440W, a polikristalni znatno manje, oko 350W. Naravno radi se o izravnom suncu.

#### □ **Amorfni silicijski fotonaponski paneli**

To su vrlo lošije izvedeni fotonaponski paneli jer je njihova učinkovitost vrlo slaba. Sastoji se od amorfnih elemenata koji se proizvode tako što se silicij u vakuumu raspršuje tankim slojevima na podlogu. Osnova je od kvalitetnog materijala poput stakla ili plastike.

Učinkovitost ovih fotonaponskih panela je osjetno manja od monokristalnih i polikristalnih, a to je malih 6%. Također, ovakav tip panela je vrlo kratkoga vijeka, jer njihov tanki sloj silicija vrlo brzo sagorijeva na jakom suncu, pa se već nakon nekoliko mjeseci može smanjiti za 20%. Prvi modeli ovakvih fotonaponskih panela, već su nakon tri godine bili beskorisni i potrošeni. Mora se spomenuti da su također vrlo lomljivi i često ih se može vidjeti slomljene na kućama, pogotovo one modele koji za pokrov koriste staklo [9].

Prepoznatljivost amorfnih fotonaponskih modula je u njihovoj crnoj boji i neprepoznatljivim ćelijama što je vidljivo na slici 2.7.



*Slika 2.8 amorfni fotonaponski paneli (<https://aquatechn.com/wp-content/uploads/2014/12/solnechnue-batarey4.jpg>)*

Kako ne bismo pričali samo o lošim stranama fotonaponskih panela takvog tipa, moramo opravdati njihovo postojanje i proizvodnju. Naime, njihove ćelije su orijentirane nasumično, što povećava učinkovitost za oblačnog vremena kada se sunčeva svjetlost rasprši. Također, stupanj apsorpcije svjetlosnog snopa je mnogo veći. U nekim slučajevima to je i do dvadesetak puta, što je mnogo više nego kod ostalih vrsta silicijskih fotonaponskih panela. To umanjuje gore navedene zamjerke. Što se tiče ekologije, njihova proizvodnja je čišća jer se sloj silicija planski nanosi i nema otpadnog silicija što je ekološki prihvatljivije.

### 2.2.2. Fotonaponski paneli od polimernog filma

Radi se o novoj opciji fotonaponskih ćelija, koji ne koristi silicij kao osnovnu bazu proizvodnje električne energije. Može se reći da je to obećavajuća alternativa siliciju, sa velikom budućnošću.

Proizvode se od tankog „filma“ polimernog sloja, aluminijskih elektroda, organskog supstrata koji ima fleksibilne karakteristike i zaštitnog sloja. Takve ćelije povezane su u nizu pa je karakteristično za njih da ih možemo dobiti u roli (slika 2.9). Dakle takvi paneli, odnosno ćelije u nizu su prema potrebi uske ili široke i vrlo su lagane, što ih čini vrlo praktičnima [10]. Njihova proizvodnja je dakako jeftinija jer proizvodnja postaje potpuno automatizirana, a i ne koristi se skupi silicij. Zbog toga se može reći da je razvijanje fotonaponskih panela od polimernog filma budućnost i ekološki prihvatljiva opcija jer manje šteti okolišu.



*Slika 2.9 Fleksibilnost i praktičnost polimernih ćelija*

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Thin\\_Film\\_Flexible\\_Solar\\_PV\\_Installation\\_2.JPG/1280px-Thin\\_Film\\_Flexible\\_Solar\\_PV\\_Installation\\_2.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG/1280px-Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG)

Učinkovitost ovakvih fotonaponskih panela je zasada niska, oko 6,5%, no sjetimo se kako je i panelima na bazi silicija bilo potrebno neko vrijeme da bi došli do velike snage kakvi su danas. Za sada je prednost polimernih fotonaponskih ćelija, što se mogu skratiti (rezati škarama), vrlo su lagani pa nema velikog opterećenja za krov i jednostavno ih je postavljati.

### 2.3. Pretvarači (inverteri) za solarne sustave

Pretvarači, odnosno inverteri su nam neophodni kako bi napajali kućnu mrežu od 230 Volti. Naime, mi uz pomoć jednog fotonaponskog panela dobivamo voltažu od nekih 40V u otvorenom mjerenju bez potrošača. Voltaža serijskih fotonaponskih panela se povećava, tako da možemo doći i do 336V u slučaju osam fotonaponskih panela ( $8 \cdot 42 = 336$ ). Neki pretvarači podržavaju i veće voltaže, oko 500V ili čak 1000V. Pošto na krovove kuća stavljamo više solarnih panela, oni se danas isključivo spajaju serijski, tako da se troši manje vodiča, a i sami inverteri su efikasniji.

Kada na invertere spojimo solarne panele uz pomoću dva vodiča (+ i -), najčešće kvadrature od 4 mm<sup>2</sup> ili preporučljive 6 mm<sup>2</sup>, oni imaju zadatak pretvaranja istosmjerne (dc) električne energije koja nije konstantna zbog promjenljivog vremena u izmjeničnu električnu energiju koju podržavaju naši kućanski aparati [11].

Jedan klasični inverter možemo vidjeti na slici 2.10, on zapravo služi za pretvaranje nižih voltaža sa primjerice akumulatora ili serijskih povezanih akumulatora do 48 V.



Slika 2.10 Običan strujni inverter ([https://cdn5.uawildoleft.com/guru/chto-takoe-invertor-raznovidnosti-i-pricip-raboty\\_5\\_1.jpg](https://cdn5.uawildoleft.com/guru/chto-takoe-invertor-raznovidnosti-i-pricip-raboty_5_1.jpg))

Takvi inverteri se najčešće koriste u automobilima kako bi pokretali razne uređaje koji trebaju

230V, a vrlo je bitno da imaju konstantni Izvor stabilne voltaže kao što je spomenuti automobilski akumulator. U solarnim sustavima se koriste najčešće u jeftinim instalacijama, koje obično rade na 24 V [12]. Najčešća mjesta gdje se koriste su vikendice, a prije samog invertera potreban je regulator punjenja (slika 2.11).

### 2.3.1. Regulator punjenja

Na regulator punjenja spajaju se solarni paneli sa nestabilnom voltažom. Na jedan „ulaz“, akumulator na drugi „ulaz“, a na treći „izlaz“ spajaju se potrošači koji direktno trebaju 12V i 24V, ili gore spomenuti inverter (pretvarač) [13]. Akumulator ovdje ima vrlo bitnu ulogu stabilizatora izlazne voltaže, jer kada sunce zađe sa oblak, ulogu preuzimaju oni, a kućanski aparati mogu neometano raditi.



Slika 2.11 Solarni regulator punjenja ([https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/Thumbs/30a\\_mppt.jpg](https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/Thumbs/30a_mppt.jpg))

Takvi solarni regulatori punjenja sve više izlaze iz upotrebe jer današnji pretvarači odnosno inverteri, koje koristimo isključivo za solarne instalacije, imaju ukomponirani i regulator



punjenja. Ovo je slučaj kada se radi o sustavima bez električne mreže (OFF GRID) ili hibridnim inverterima koji kombiniraju električnu mrežu u večernjim satima.

Regulatore punjenja možemo podijeliti u dvije osnovne skupine:

1. **PWM** – Pulse-Width Modulation; označava ga jednostavan mehanizam punjenja baterija, gdje se kod napunjenih baterija punjenje prekida, što prepoznaje regulator. Kod te vrste punjenja kada je punjenje baterije pri kraju, struja punjenja se smanjuje.
2. **MPPT** - Maximum Power Point Tracking; to je pametnija tehnologija punjenja koja promatra i regulira energiju solarnih panela koja je promjenjiva. Ta tehnologija usklađuje napon solarnih panela s naponom baterije i na taj se način povećava učinkovitost punjenja i 30% veću učinkovitost solarnih ćelija [14].

### 2.3.2. Vrste solarnih pretvarača električne energije (invertera)

Danas su solarni pretvarači (inverteri) vrlo sofisticirani. Možemo se spajati na njih putem računala i programirati razne postavke ovisno o potrebi i vrsti invertera. Danas poznajemo tri vrste solarnih invertera i kod samostalne kupnje vrlo je bitno obratiti pažnju koje karakteristike su nama potrebne. Te vrste invertera su; Grid-tie inverter (mrežni), Off-grid inverter (otočni) i Hibridni koji je pametna kombinacija.

#### □ **Grid tie pretvarač**

Kao što samo ime govori, radi se o pretvaraču koji se spaja direktno na gradsku mrežu. S jedne strane spajaju se fotonaponski paneli, a na drugoj strani izlazi izmjenična električna energija od potrebnih 230V. Dakle to je takozvani DC/AC pretvarač [13].

Ovakav tip pretvarača funkcionira tako što višak energije iz solarnih panela, koje naš dom ne potroši, vraća u električnu mrežu. To se dešava tokom dana kad ima svjetlosti, odnosno kada je sunčan dan, a navečer kada više nema sunčeve energije i solarni paneli ne pretvaraju istu u električnu, troši se električna energija iz mreže. Ovakav inverter se koristi u „grid“ (mrežnim) sustavima, a takvim sustavima je specifično to što se ne troši novac na dodatne instalacije i baterije, koje su primjerice najskuplji dio „otočnog“ (samostalnog – izoliranog) solarnog sustava.



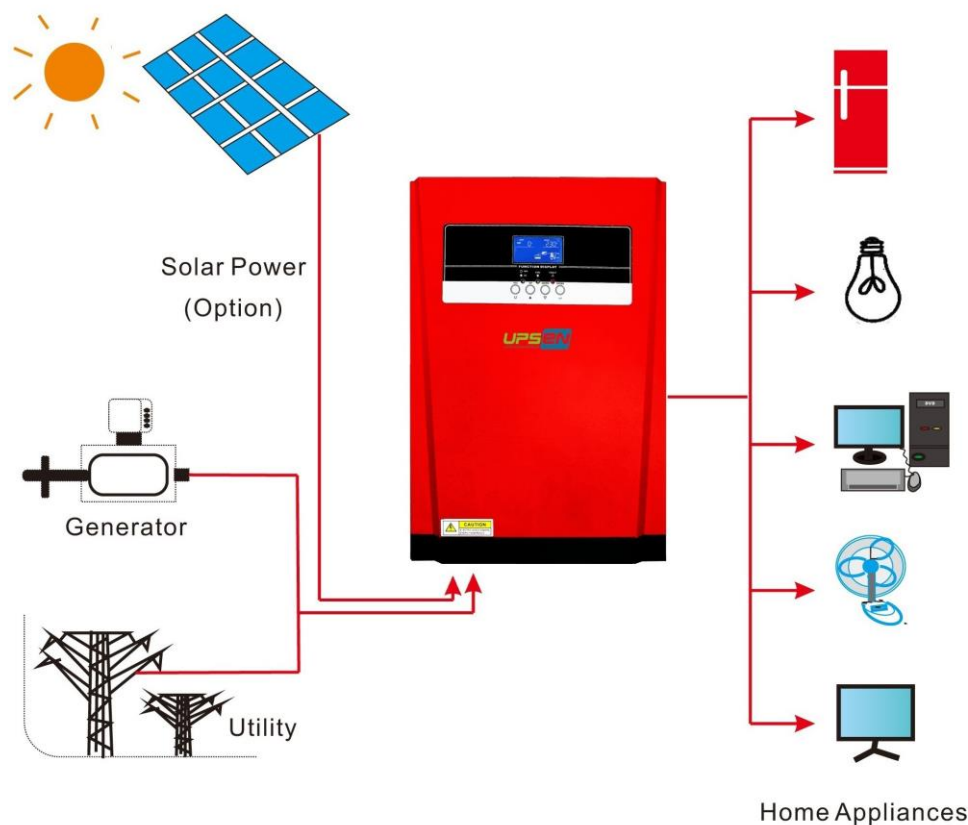
*Slika 2.12 Grid tie (mrežni) inverter spojen na mrežu (<https://sunelec.com/zero-export-grid-tie/>)*

Na slici 2.12 prikazan je jedan primjer takvog mrežnog pretvarača koji je pristupačan cijenom i vrlo popularan na tržištu.

#### □ **Off-grid samostalni (otočni) pretvarač**

vakav tip pretvarača se ne spaja na mrežu i ne pušta višak energije u gradsku mrežu. No ovaj sustav je složeniji i skuplji jer su mu potrebne baterije kako bi se sustav održavao. Ona glavna namjena mu je za solane sustave koji su daleko od grada i gradske mreže, a električna energija nam je prijeko potrebna. Primjerice idealni su za zatvoreni sustav na nekom otoku gdje nema električne mreže ili za vikendicu u vinogradu koji je negdje daleko na brijegu, a uvađanje električne energije bi bilo skupo. Takvi pretvarači mogu se spojiti i na alternativne izvore energije poput postojeće električne mreže (što nije često) ili benzinski ili dizelski agregat. Kada pametni pretvarač shvati da nema dovoljno energije iz solarnih panela, a baterije nisu dovoljno napunjene, on pali agregat koji služi kao rezerva. Jedan primjer takvog pretvarača sa ilustriranim ulazima i izlazima je na slici 2.13 [15].

## UPSEN RS-VIII Series Inverter working without Battery

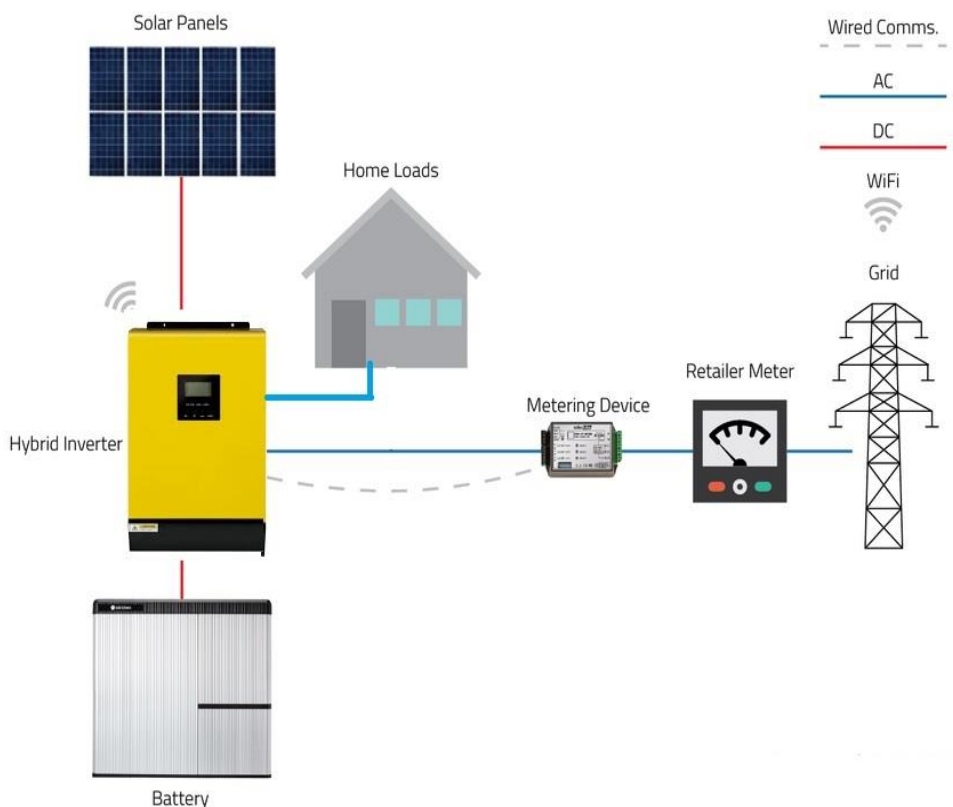


Slika 2.13 Samostalni tip pretvarača, sa primjerom spojenih ulaza i izlaza  
(<https://www.wikihow.com/Choose-a-Solar-Inverter>)

### □ Hibridni solarni pretvarač

Može se pretpostaviti da je to pretvarač koji koristi tehnologije i mrežnog i samostalnog pretvarača. Takav tip pretvarača je idealan za one koji nisu sigurni što trebaju ili zapravo rade jedan kompleksan sustav gdje već postoji gradska mreža i potrebno je više izvora energije kako bi njihova kuća funkcionirala u svim vremenskim uvjetima. Također, ovaj sustav ima opciju puštanja viška proizvedene električne energije u mrežu, pa se tako može vršiti prodaja viška energije [15]. To je idealno kada nismo sigurni dali će naš opskrbljivač uvijek otkupiti naš višak. Takvi pretvarači kao i prije spomenuti mrežni, nisu opasni za mrežni sustav opskrbljivača je sa nestankom električne energije oni se isključuju i ne puštaju više energiju u mrežu.

Taj problem uvijek muči ljude bez iskustva koji misle da pretvarači bez obzira na stanje električne energije u mreži, svejedno puštaju višak energije u mrežu, a to bi moglo ozlijediti eklektičare koji vrše servis na lokalnoj mreži. Jedan primjer takvog hibridnog invertera je na slici 2.14, koji se ujedno nalazu u pogonu samoodržive pametne kuće koju opisujemo. Na slici je vidljivo da se za mjerenje predane električne energije opskrbljivaču koristi izlazno brojilo, kako bi se znala količina predane energije. Ujedno tu su fotonaponski paneli i baterija za samostalno (off grid) funkcioniranje. Opcija predaje viška električne energije se može uvijek isključiti u izborniku.



Slika 2.14 Hibridni pretvarač s primjerom spajanja na mrežu i kuću

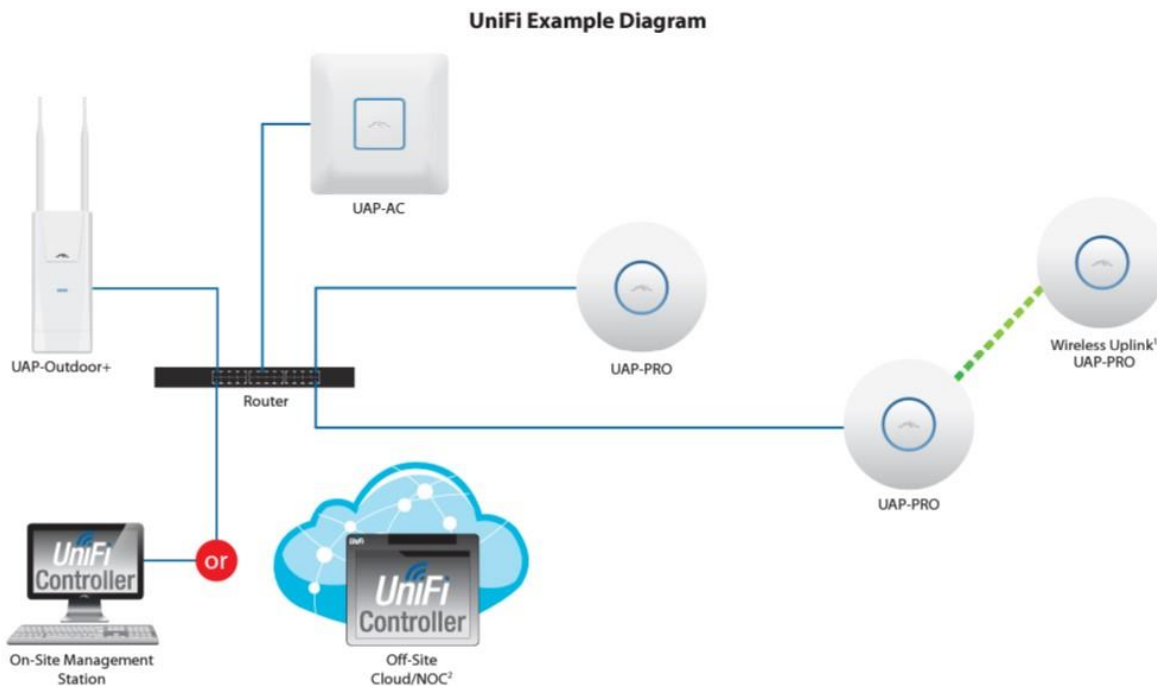
## **2.4. Tehnologija za stvaranje pametne kuće**

Tehnologija za pametne kuće je raznolika i pristupačna je običnim ljudima. Kada se netko ne želi baviti istom, postoje tvrtke koje vašu kuću uz mnoštvo preinaka i nekoliko dana mogu napraviti pametnom. Također, sve to možete i vi sami kupovinom raznih „pametnih“ komponenata, te ugradnjom istih i spajanjem na zajedničko upravljačko računalo sa posebnim upravljačkim softverom. Istraživajući ponudu komponenata, vrlo brzo ćemo shvatiti da ih danas postoji vrlo mnogo, te je vrlo bitno ne pogriješiti i kupiti uređaje koji će nam zadati više problema nego pomoći u smislu pametne kuće. Mnogi „kineski“ uređaju zapravo još nisu gotovi ali su ipak pušteni na tržište, pa se tu primjećuje sporost reakcije ili samovoljno paljenje i gašenje. To može biti veliki problem ako stvaramo ozbiljnu pametnu kuću, sa ozbiljnim uređajima koji mogu prouzrokovati štetu ili požar.

### **2.4.1. WiFi pristupne točke (Access Point)**

Mnogo uređaja radi putem Wifi-a što je u svakom slučaju dobro, no bežična mreža može biti ranjiva i napadnuta ako smo u gusto naseljenom području. Može se desiti i jednostavan kvar ili ažuriranje softvera na usmjerivaču (routeru) operatera pa tada automatskom promjenom WiFi (SSID) naziva uređaji preknu vezu i nastaje problem. Zato ne preporučujemo korištenje usmjerivača kao WiFi pristupne točke nego kupnju vlastite, kvalitetne pristupne točke (AP - Access Point). Preporučujemo ih nekoliko, ovisno o veličini kuće, a bilo bi dobro kada bi se nalazili na svakom katu. Kada bi išli precizno i odgovorno povezivati pametne uređaje, bilo bi najbolje kako bi za iste koristili posebnu pristupnu točku, a za vlastite potrebe interneta druge pristupne točke.

Ulaganje u pristupne točke je preporučljivo, jer one su temelj stabilne povezanosti naših pametnih uređaja. Zato nam malo veći izdatak ne bi trebao biti problem. Uz neko iskustvo i praksu, najstabilniji uređaju su se pokazali Ubiquiti – UniFi wireless (slika 2.15) koje ako ih je više kontrolira zajednički softver (UniFi Controller), pa pokazuju veliku stabilnost. Oni imaju mogućnost oba Wi-Fi standarda od 2,4 GHz i 5 GHz pa na taj način imamo širu lepezu mogućnosti. Čak ako imamo uređaje s mogućnošću oba standarda, jedan standard možemo odabrati za kontrolu pametnih uređaja, a drugi za naše pametne telefone i računala. Pošto pametni uređaji za kontrolu kuće ne koriste veliki protok podataka, osim kamera, najbolje je tada odabrati 2,4 GHz (koji je stariji i sporiji standard) za pametne prekidače, a 5 GHz koristiti za surfanje internetom jer taj standard omogućuje veći protok podataka [16].



Slika 2.15 mapa Unifi pristupnih točaka sa kontrolerom na računalu  
([https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi\\_Controller\\_UG.pdf](https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_Controller_UG.pdf))

## 2.4.2. Gotovi uređaji za pametne kuće

Ako se ne želimo baviti i „razbijati glavu“ sa „uradi sam“ uređajima, koje kontroliraju mala računala poput Raspberry Pi ili Arduino, gdje je potrebno malo više znanja o elektronici, lemljenju i instalaciji, mi možemo preko interneta naručiti već gotove uređaje koje jednostavno možemo implementirati u našu kuću i polako, prema potrebi napraviti kuću pametnom.

Takav polagani način implementacije i preporučujemo, jer ćemo jedino tako shvatiti kako to sve zajedno funkcionira i koje su naše potrebe. Prvo krećemo sa onim jednostavnim uređajima, poput pametnih žarulja, kamera, a kasnije nastavljamo sa raznim prekidačima i senzorima. Svi ti uređaji prvo dolaze sa svojim mobilnim aplikacijama i može se desiti da na pametnom telefonu imamo previše raznih aplikacija od previše uređaja za kontrolu, što nam može prouzročiti zbrku i odustajanje. Zato nam je cilj kupiti uređaje koji imaju kompatibilnost sa nekim od ponuđenih softvera za masovno upravljanje takvim uređajima. Vrlo je bitno prije kupnje proučiti ono što želimo i dali ti uređaji imaju kompatibilnost sa centralnim sučeljem ili ako ne, dali im se može izmijeniti upravljački softver (firmware).

Još jedva vrlo bitna činjenica kod svih pametnih kontrolnih uređaja, je ta da im je potreban Internet, pošto se spajaju prvo na svoje udaljene servere, a tek onda putem interneta mi pristupamo njima. To je pomalo ludo i opasno, jer naša kuća više nije funkcionalna ako nestane interneta, a i sklona je napadima. Sigurno nitko ne želi kako bi nam netko „hakirao“ kuću, koja bi odjednom počela svijetliti i svirati kao disko. Zato moramo vrlo dobro proučiti kakve uređaje kupujemo i dali oni mogu funkcionirati bez interneta.

Kako bi riješili taj problem, prije kupnje samih uređaja moramo provjeriti dali nam je uređaj koji kupujemo kompatibilan sa „Home Assistant“ softverom za centralnu kontrolu. Spomenuti softver ćemo kasnije također opisati i spomenuti.

#### □ **Wi-Fi pametne led žarulje**

Vrlo su praktične jer u sebi imaju ugrađeni WiFi primopredajnik spojiv na centralni softver. Sustav ih tako može isključiti ili upaliti. U našem slučaju i nisu nešto previše korisne, osim što olakšavaju vlasniku pametne kuće da pali i gasi svjetla uz pomoć glasa ili mobitela. Sustav pametne kuće bi ih eventualno mogao gasiti ako su slučajno ostale upaljene, a nije detektirana prisutnost ukućana. Na slici 2.16 primjer je takvih led žarulja koje dobivamo nekoliko u paketu.



*Slika 2.16 WiFi upravljiva led žarulja ([https://m.media-amazon.com/images/I/613+ydtxttS.\\_AC\\_SX425\\_PIbundle-4,TopRight,0,0\\_SH20\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/613+ydtxttS._AC_SX425_PIbundle-4,TopRight,0,0_SH20_.jpg))*

## □ WiFi pametni prekidači

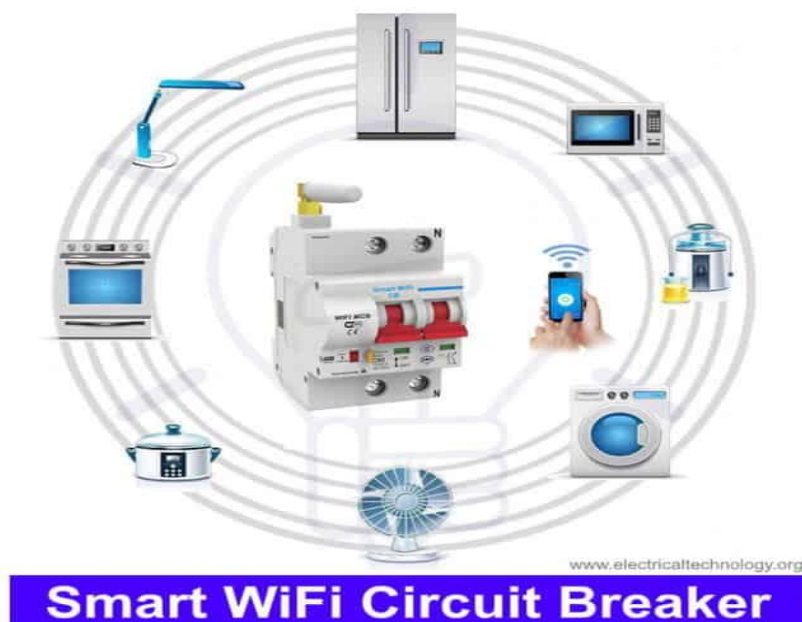
Radi se o bežično upravljivim prekidačima također putem WiFi-a i centralnog softvera. Odmah možemo zaključiti da uz pomoć istih možemo upravljati uređajima koji nisu toliko moderni, a potrebno ih je „pametno“ uključivati i isključivati. Primjerice, to mogu biti filteri vode na vanjskom bazenu, raznorazni grijači ili bojleri.

Možemo ih uključiti i u sferu pametne kuće, primjerice kada sustav shvati da proizvodimo velike, odnosno dovoljne količine električne energije koje su momentalno višak. Tako se može pomoću pametnih prekidača paliti potrošače poput bojlera i ostalih grijača. Na taj se način višak energije troši za zagrijavanje vode na neku višu temperaturu koju ćemo kasnije koristiti za grijanje ili tuširanje.

Postoje dvije osnovne vrste tih prekidača, a to su:

### 1. Pametni prekidači za ormare s osiguračima

Praktični su kada znamo s čime upravljamo i ne želimo nered sa žicama i utičnicama oko samog uređaja koji palimo ili gasimo. Pametni prekidač je spojen u samom ormaru sa osiguračima, napaja se iz istog i na njega je spojen željeni potrošač. To je primjerice praktično za bojlere i slične uređaje koji moraju imati svoj osigurač, pa ujedno znamo koju su njihovi vodiči (žice) za napajanje. Na slici 2.17 je jedan primjer takvog osigurača standarda za europske DIN šine u ormarima za osigurače. Na slici je prikazano kojem je sve uređajima između ostalog moguće upravljati.



Slika 2.17 Pametni prekidač za ormare s osiguračima

(<https://www.electricaltechnology.org/wp-content/uploads/2019/11/Smart-WiFi-Circuit-Breaker-Automatic-Remote-Control-Protection.jpg>)



## 2. Pametni prekidači sa utičnicom

Ovakva vrsta prekidača praktična je za neke brzinske preinake uređaja poput ventilatora, ljetnih filtera za bazen, pumpa za vodu, navodnjavanje. Ponekad nismo u mogućnosti stalno isključivati svoje uređaje, pa nam dođu od pomoći kada možemo isprogramirati paljenje i gašenje navodnjavanja plastenika ili samostalno isključivati putem pametnog telefona. Obično su to uređaji koji se samo stave u utičnicu a na njima je još jedna utičnica kojom uređaj upravlja. To je vrlo praktično i nije toliko primjetno, pa se ne ugrožava estetika našeg interijera. Na slici 2.18 prikazana je jedna takva utičnica, a sa desne strane je pokazan primjer paljenja i gašenja putem pametnog telefona ili putem Google ili Alexe, Amazon-ovog glasovnog upravljanja.



Slika 2.18 WiFi Prekidač kao zidna utičnica

([https://ae01.alicdn.com/kf/S9383232c517c4c6085daa8b771cd5332S/Smart-WiFi-Power-Plug-Electrical-Outlet-EU-US-AU-UK-GE-JP-Socket-USB-Time-Remote.jpg\\_Q90.jpg\\_.webp](https://ae01.alicdn.com/kf/S9383232c517c4c6085daa8b771cd5332S/Smart-WiFi-Power-Plug-Electrical-Outlet-EU-US-AU-UK-GE-JP-Socket-USB-Time-Remote.jpg_Q90.jpg_.webp))

## □ **Wi-Fi senzori pokreta**

Ona osnovna namjena takvih senzora je protuprovalna sigurnost i paljenje svjetla. Koriste se kao senzori pokreta i dojavljuju nam da nam je netko ili nešto (životinja) u kući ili za grupno uključivanje svjetla i cjelokupnog sustava. Najlakše ih možemo opisati kao sofisticiraniji i osjetljiviji, odnosno selektivni senzori poput onih jednostavnijih na senzorskim dvorišnim reflektorima. Sigurno smo već vidjeli takve senzore pored dvorišnih svjetala i reflektora ili u kućama sa starijim tipovima alarmnog sustava. Pametni WiFi senzori (slika 2.19) su slični, samo što imaju novu tehnologiju spajanja na mrežu i mogućnost ukomponiranja u centralni upravljački sustav pametne kuće.

Ti se senzori najčešće ugrađuju na zid ili strop okrenut prema prostorima gdje želimo da sustav shvati da smo kod kuće. Jedan sofisticirani primjer, osim paljenja svjetla, jest senzor koji detektira dolazak u kuću i aktivira neke sustave poput grijanja. S vremenom shvaćamo da to nije tako efikasno jer sustav bi se mogao aktivirati na dolazak svakoga, što naravno ne želimo. Nama je potrebno kako bi prepoznala vlasnike, a za to nam mogu poslužiti pametne mrežne kamere u spoju sa pametnim centralnim sustavom.



*Slika 2.19 Wi-Fi pametni senzor pokreta*

## □ WiFi kamere

Već smo ih nekoliko puta spomenuli pa je jasno kako su sve više neophodni u našim pametnim i običnim kućama. Prvenstveno njihova osnovna namjena jest nadziranje kuće i okućnice, možda platenika ili stražnjeg vrta, dječjeg igrališta. Funkcioniraju tako da prepoznaju pokrete, već modernije kamere mogu razlikovati čovjeka od kućnih ljubimaca ili drugih životinja. To su kamere sa svojim sustavom i aplikacijom koje instaliramo na mobilne uređaje. A kad smo spomenuli sustav prepoznavanja, to mogu i obične Wi-Fi kamere, ako ih povežemo sa softverom koji ima algoritme prepoznavanja humanoida ili čak lica.

Tehnologija mrežnih kamera u svakom slučaju ima veliku budućnost i zasigurno veliku ulogu za nadziranje pametnih kuća i razne druge opcije prepoznavanja vlasnika i ukućana. Ovaj sustav prepoznavanja se ne nalazi u samoodrživoj kući koju opisujemo, no sigurno je plan u budućnosti. Zamislimo primjerice, kako nas sustav uz pomoć kamere prepoznaje, odmah uključi glazbu, grijanje, klima uređaj, ventilator i to već odmah kada nas kamera primijeti u prednjem dvorištu. Za sada kada još ne posjedujemo takav sustav, takvo nešto se može obaviti putem pametnog telefona netom prije ili kada krećemo s posla ili bilo koje odsutnosti.

Jedna pametna i solarna Wi-Fi kamera nalazi se instalirana u kuću koju opisujemo. Prikazana je na slici 2.20, a njezine prednosti su da ne treba dodatne vodiče i napajanja, nego ima vlastiti solarni panel, koji tokom dana omogućuje neometani rad i punjenje baterija koje služe za noćni rad. Na slici 2.21 prikazan je primjer kako izgleda prikaz sa kamere. Za sada ona funkcionira tako što detektira kretanje te uzbuđuje vlasnika putem instalirane aplikacije na pametnom telefonu. To je vrlo praktično ako nemamo ograđenu kuću.



*Slika 2.20 Solarna WiFi kamera*



*Slika 2.21 Pogled kroz solarnu WiFi kameru na solarne panele*

## **2.5. Centralno računalo i upravljački softver**

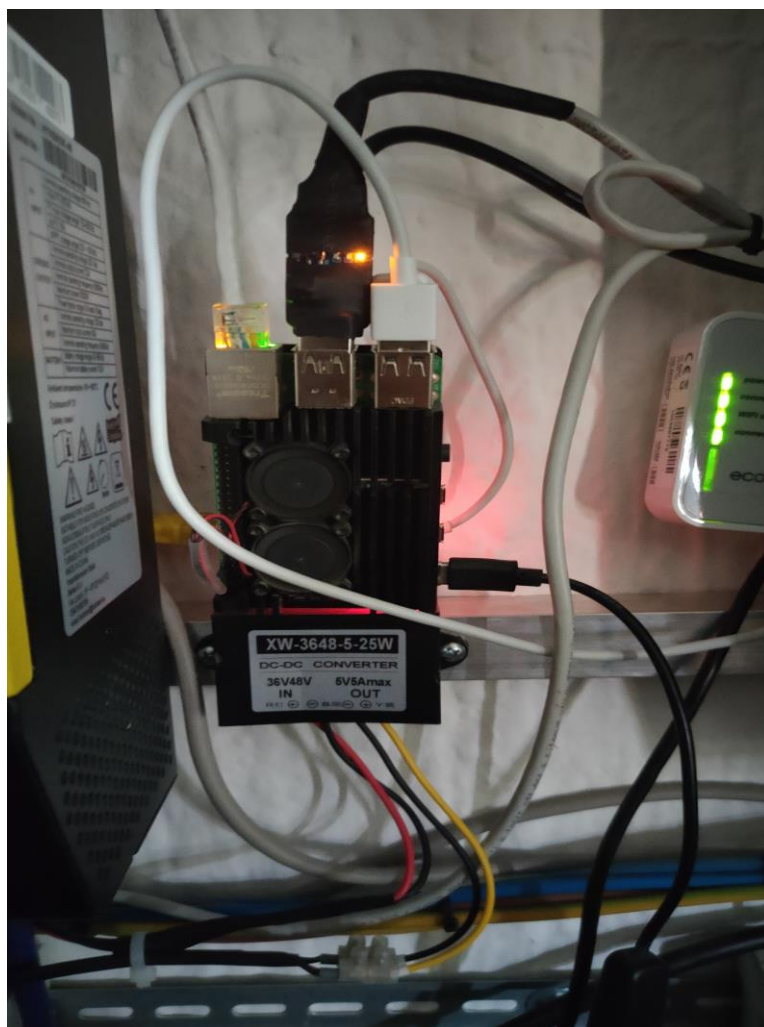
Svi ti pametni bežični uređaji koje smo opisali mogu raditi zasebno. Svaki taj uređaj kupnjom dolazi sa pripadajućom mobilnom aplikacijom kojom ga možemo kontrolirati ili uz pomoć senzora nam može javljati promjene. Ako pametne uređaje ne kupujemo od istog proizvođača, može nam se desiti da imamo „zatrpan“ mobilni telefon raznim aplikacijama. Kako bi to izbjegli potrebno nam je centralno računalo i poseban softver koji instaliramo na isto. Također, kao što smo već i spomenuli vrlo je bitna kompatibilnost tih uređaja sa tim softverom.

### **2.5.1. Centralno računalo**

Kada pročitamo naziv „centralno računalo“, odmah nam se stvori slika zasebne sobe sa velikim računalom i puno svjetlećih dioda, tvrdih diskova i obaveznim klima uređajem zbog visokih temperatura. No to nije tako jer za osnovne kontrole pametne kuće, potrebno nam je manje, ne toliko snažno računalo. Možemo čak koristiti svoje stolno računalo, no to nije tako preporučljivo, jer na istom svašta radimo; instaliramo razne aplikacije i potrebno je često ponovno pokretanje, što naš sustav pametne kuće baca iz radnog takta. Iznenadili bi se kada bi saznali da je sve to moguće sa jednim malim, vrlo popularnim **Raspberry PI** računalom četvrte generacije.

**Raspberry PI** računalo spominjemo iz razloga što je ga je jednostavno nabaviti i instalirati centralni softver [17]. Na slici 2.22 nalazi se takvo računalo koje je u potpunoj funkciji unutar sustava pametne kuće koju opisujemo. Vrlo ga je jednostavno nabaviti i u Hrvatskoj, a cijena jednog takvog računala četvrte generacije je oko 700 Kn.

Raspberry PI računalo ima dovoljno snage da pokrene njegov operativni sustav „Raspberry Pi OS“ na koji se onda instalira solarni centralnu sustav za upravljanje solarnom energijom i sustav za upravljanje sa pametnim uređajima pametne kuće [17]. Uređaj radi na 5V i ne troši mnogo, tako, da može raditi duže vremena na baterijama solarnog sustava ako se desi neki kvar. Isto tako je i na slici 2.22 vidljivo kako se ispod računala nalazi „DC-DC converter“ koji pretvara 48V solarnog baterijskog sustava u 5V koji su potrebni za samo računalo. Na taj način ga stavljamo izvan sustava pretvarača u 230V, tako da radi neovisno o mogućem kvaru. Ovako je moguće pratiti kvar i zapisati ga u dnevnik grešaka (log), kako bi znali što se je zapravo desilo.



*Slika 2.22 Raspberry pi računalo unutar sustava*

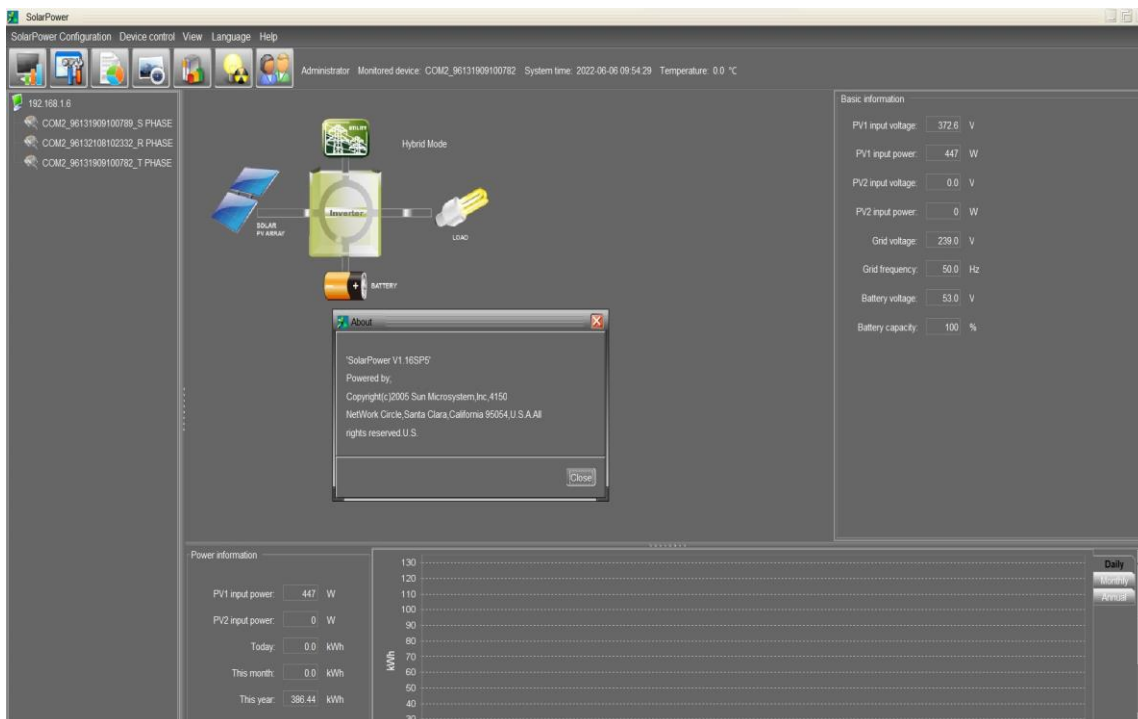
## 2.5.2. Upravljački softver solarnog sustava

Upravljački softver solarnog sustava nam kao i samo ime govori, služi za upravljanje našim solanom sustavom. On upravlja pretvaračima (inverterima) i s njime možemo mijenjati njihove postavke. Taj softver ima dnevnik (log ) koji zapisuje sve događaje, pa na taj način možemo točno znati što se je sve desilo prije nekog kvara solarnog sustava. Sa tim softverom možemo mijenjati postavke, primjerice prenamijeniti naše hibridne pretvarače iz „grid tie“ u „off grid“, odnosno iz mrežnog u samostalni (otočni) način rada. Također tu možemo pratiti potrošnju odnosno proizvodnju i efikasnost na dnevnoj, tjednoj, mjesečnoj i godišnjoj bazi. Moguće su još mnoge druge postavke, poput postavka baterija ili vrste solarnih panela.

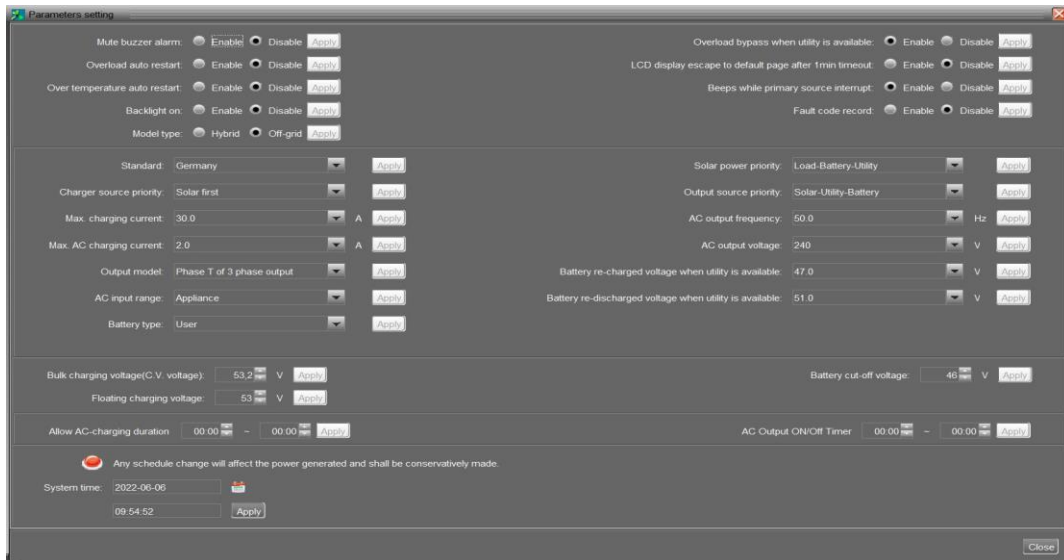
Softveri upravljanja sa solarnim sustavom s kojima radi kuća koju opisujemo su:

### □ SolarPower tvrtke Sun Microsystem

Softver (slika 2.23) koji dolazi zajedno sa pretvaračima (inverterima), no njegove mogućnosti praćenja proizvodnje solarne energije su ograničene, a bolje koristi za programiranje pretvarača (Slika 2.24). Zato softver koristimo za stručno programiranje pretvarača jer je i za to namijenjen, pa je zato i neophodan.



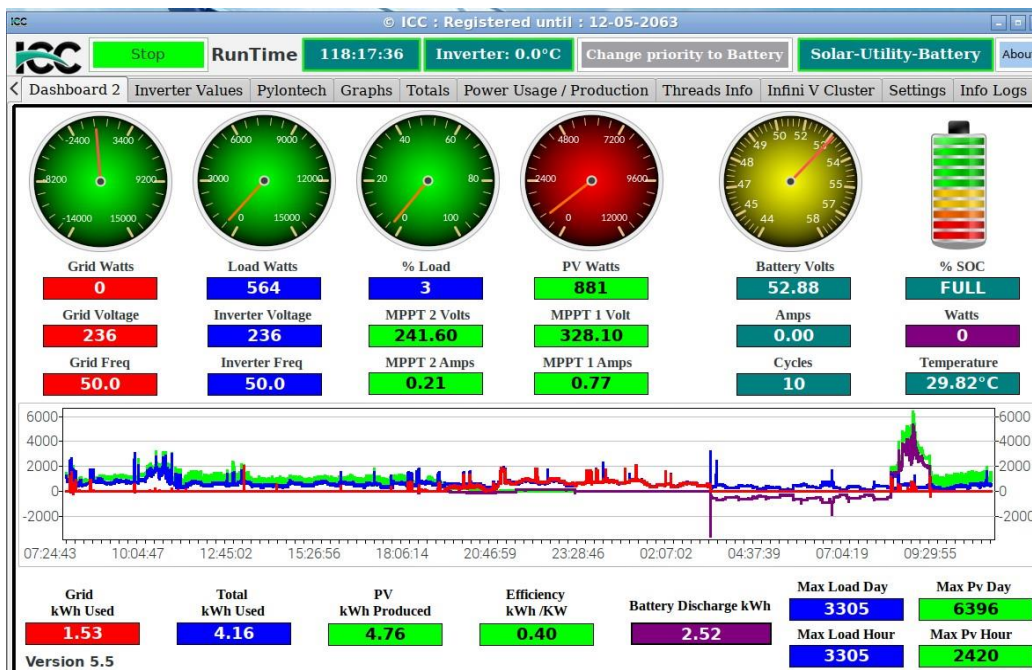
Slika 2.23 SolarPower software za programiranje i praćenje pretvarača



Slika 2.24 SolarPover okno za programiranje pretvarača

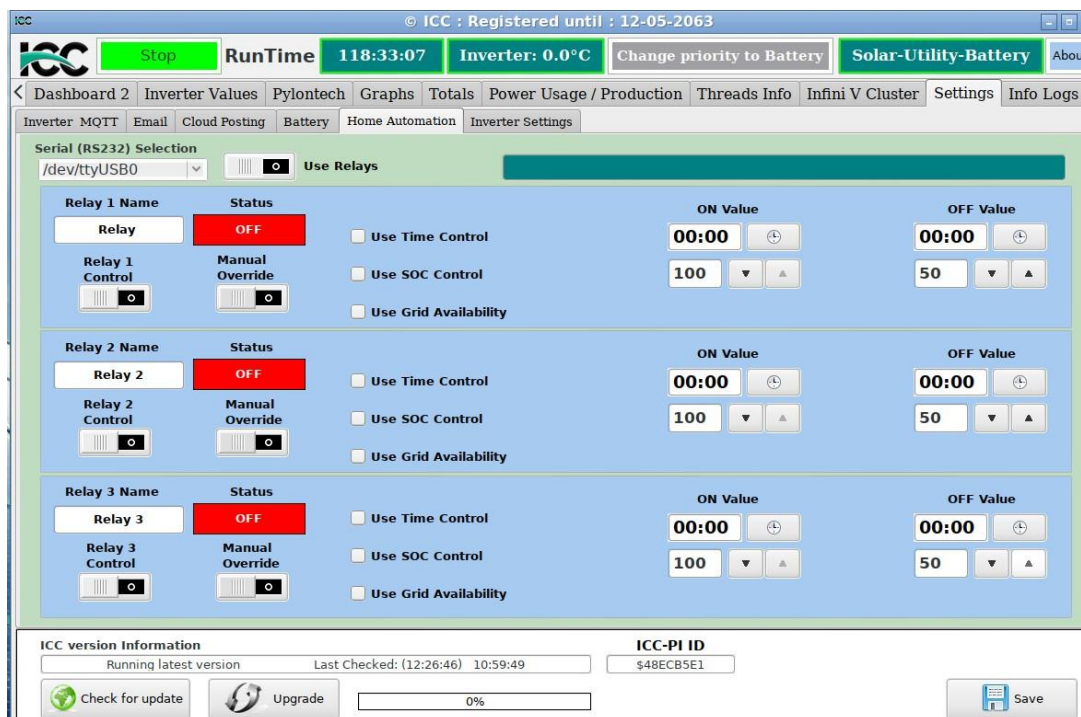
□ ICC Software od tvrtke „[iccsoftware.co.za](http://iccsoftware.co.za)“

Je softver koji se može kupiti naknadno za profesionalno praćenje solarnog sustava. Vrlo je dobar za praćenje potrošnje i proizvodnje energije (slika 2.25), ali ima još i mnoge druge opcije. Ako primjerice unesemo cijenu kilovata, on nam izračunava koliko smo primjerice Kuna uštedjeli. Pokazuje nam koliko energije posuđujemo iz mreže trenutno i vodi evidenciju koliko smo energije ukupno uzeli. Također, radi i suprotno, pa nam pokazuje koliko smo energije predali u električnu mrežu.



Slika 2.25 Upravljačko okno ICC softvera

Ovaj softver je također odličan jer ima dodatne opcije koje mogu solarni sustav povezati sa pametnim upravljanjem kuće. To je ujedno software koji naš solarni sustav čini pametnim. tako da uključuje i isključuje neke uređaje prema solarnim parametrima. Na slici 2.26 su nam prikazane te opcije koje mogu kontrolirati relejne prekidače na osnovi vremena (Time Control), napunjenosti baterija (SOC Control), Prisutnosti ili neprisutnosti gradske mreže (Grid Availability).

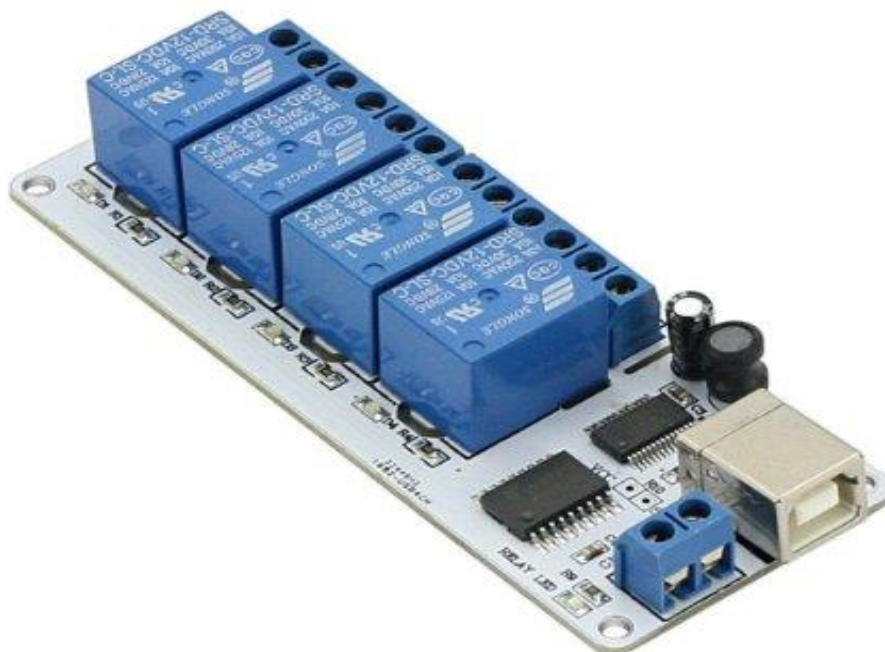


Slika 2.26 Opcije kontrole releja u unutar ICC softvera

Software podržava USB tiskanu pločicu od tri releja (slika 2.27). Za ovaj softver nam je potrebno prije opisano Raspberry Pi računalo na koji ga instaliramo.

Kada kupujemo ICC softver, možemo ga instalirati samo na jedno Raspberry PI računalo za koje se on veže i tako je licenca skoro pa doživotno vezana samo za to računalo. Ostali programi koji se koriste za iste ili slične funkcije su skuplji i nemaju vrlo važnu dodatnu opciju za povezivanje pametne kuće i solarnog sustava. Moguće je kupiti dodatne „module“ koji povećavaju te opcije unutar dodatnih prozora ICC softvera. Regularna cijena ICC softvera bez Raspberry pi računala je 74.65 USD, a momentalna akcijska cijena je 39.99 USD, što je isplativo za doživotno vlasništvo takvog odličnog softvera koji se stalno razvija.





*Slika 2.27 USB relejna pločica kompatibilna sa ICC softverom*

### **2.5.3. Baterije i akumulatori**

Baterije su najskuplji dio solarnog sustava i zato se gleda kako bi se izbjegle. Mnoge tvrtke izbjegavaju korištenje i ugradnju istih, jer kod ugovora sa opskrbljivačem električne energije, vrši se samo prodaja viška energije, dok istu tu energiju od opskrbljivača trošimo u noćnim ili oblačnim satima. Ovo je jeftiniji sustav kućnih solarnih elektrana, no naše je mišljenje da taj oblik solarnih ustava nikako ne može spadati u sferu samoodrživih pametnih kuća jer nije neovisan.

Ugradnjom, baterije naš sustav postaje neovisan od nestanka električne energije i naši sustavi mogu nastaviti raditi, dok softver pametne kuće eventualno može isključiti nevažne potrošače i usmjeriti električnu energiju u one neophodne potrošače. A ako koristimo samo solarni sustav bez električne mreže, akumulatori i baterije su neophodni jer tada naš sustav ne može kompenzirati električnu energiju kada sunce zađe za oblake ili kada dođe noć.

Kako bi Bolje razumjeli Baterije, odnosno akumulatore, moramo navesti i opisati nekoliko osnovnih vrsta baterija koje se koriste u solarnim sustavima.

#### □ Olovni kiselinski (mokri) akumulatori

Možemo ih svrstati u akumulatore otvorenog tipa jer imaju dobro nam poznate čepove u koje nadolijevamo destiliranu vodu do određene razine. To činimo jer korištenjem na povišenim temperaturama kiselina se rješava vode i pada im razina elektrolita. Ponovnim nadolijevanjem destilirane vode, elektrolit odnosno solna kiselina dolazi u normalnu razinu i pokriva anode i katode. Takvi akumulatori se najčešće nalaze u automobilima i to u onim manjim benzinskim od 45 do 55 Ah (amper sati) ili u dizelskim ili drugim većim automobilima od 70Ah pa nadalje. Koriste se i u solarnim sustavima, no njihovo održavanje je komplicirano jer se stalno treba paziti na vanjske temperature, preopterećenjima i o razini elektrolita (nadolijevanje destilirane vode). Jedan takav akumulator nalazi se na slici 2.28. Postoje takvi akumulatori zatvorenog tipa, hermetički su zatvoreni tako da elektrolit ne isparava nego se kondenzacijom vraća [18].



Slika 2.28 Kiselinski (mokri) olovni akumulator ([https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/01\\_akumulator.jpg](https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/01_akumulator.jpg))

□ **Olovni AGM (Absorbent Glass Mat) akumulatori**

Svrstavaju se zajedno sa GEL akumulatorima u grupu VRLA (Valve Regulated Lead Acid) baterija. Njihova specifičnost je u tome što nemaju kiselinu u tekućem stanju nego se nalazi natopljena u specifičan materijal poput vate. Općenito je karakteristično za ovakav tip akumulatora da imaju manju vršnu voltažu (12,8V) od tekućih akumulatora (14,8V) te se iz tog razloga ne smiju zajedno kombinirati u sustave pošto će zbog niže voltaže ovaj kiselinški stalno pokušavati puniti VRLA tip akumulatora. Ubrzo će se oba uništiti [18].

Jedan takav akumulator vidimo na slici 2.29 i vidljivo je kako je potpuno zatvoren a ima malo veću struju od 230 Ah (amper sati). Preporučaju se za solarne sustave, a cijena jednog takvog je oko 2000 Kn.



Slika 2.29 AGM tip olovnog akumulatora ([https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/solar\\_agm\\_230ah.jpg](https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/solar_agm_230ah.jpg))

## □ Olovni Gel akumulatori

Kao što smo iznad spomenuli, također spada u VRLA klasu akumulatora te se i u njima ne osjeća tekuće stanje elektrolita, jer se ovog puta elektrolit nalazi u stanju silicijskog pudera. Dobra strana obje vrste VRLA akumulatora je u tome što ih bezbrižno možemo prenositi i čak postavljati bočno bez bojazni od curenja kiseline [19]. Jedan primjer GEL akumulatora se nalazi na slici 2.30.



Slika 2.30 Primjer GEL tipa akumulatora ([https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/06\\_gelni\\_akumulator.jpg](https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/06_gelni_akumulator.jpg))

#### □ **LiFePo4 baterije**

Kao što i već sami znamo, litij je vrlo popularan zadnjih godina. Razvijanje litijskih baterija počelo je zahvaljujući razvijanju tehnologije mobilnih telefona, koji su se proizvodili sve manji i tanji. Tako se i razvijala tehnologija litijskih baterija čija je gustoća energije vrlo velika, pa tako s manjom površinom možemo dobiti puno više akumulirane energije.

Litijeve čilije tako dobivaju naziv po kemijskom sastavu katode, a njihova klasična arhitektura se sastoji od katode, anode, elektrolita i membrane. Najpoznatiji katodni materijal je kobalt, koji je vrlo raširen u baterijama elektronike i u električnim vozilima. No u današnjoj svjetskoj kriznoj situaciji, postoji problem s nabavom kobalta, te to predstavlja problem kod proizvođača baterija. Zato se kobalt često zamjenjuje željezom, niklom, manganom i aluminijem.

Ako se udubimo u priču oko litijskih baterija ubrzo shvaćamo da nisu to samo jedna vrsta baterija, nego postoji već oko šest različitih vrsta litijevih baterija sa različitim kemijskim sastavom [19].

#### **Tih šest različitih kemijskih sastava litijskih baterija su:**

1. Litijev željezni fosfat (LFP)
2. Litijev nikal mangan kobaltov oksid (NMC)
3. Litijev kobaltov oksid (LCO)
4. Litijev mangan oksid (LMO)
5. Litij -nikal -kobalt -aluminij -oksid (NCA)
6. Litijev titanat (LTO)

Mogli bi opisati svaku od tih baterija, no mi ćemo se orijentirati na tehnologiju Litijevog željeznog fosfata (LiFePO<sub>4</sub>) [20]. On je puno kompaktniji i energetske je gušći od ostalih kemijskih materijala. Zato se i koristi u kućama kao akumulacija viška solarne energije.

U usporedbi sa ostalim vrstama litijskih baterija željezni fosfat stvara vrlo jaku molekularnu vezu koja podnosi viske struje punjenja i pražnjenja i čini bateriju duljeg životnog vijeka, odnosno moguće je vršiti više ciklusa punjenja i pražnjenja. LiFePo<sub>4</sub> baterije se ne pregrijavaju i vrlo su stabilne što se tiče temperature, to nas ujedno čini bezbračnima od opasnosti požara. Dakle, sigurnost je također bolja ovih baterija, pa je također bitno za spomenuti njihovu bezopasnost od stvaranja različitih plinova (vodik, kisik) prilikom punjenja.

Stvaranje plinova kod punjenja specifično je za olovne baterije s mokrim elektrolitom, a kao što smo i spomenuli kod opisa istih, postoji opasnost od opekline kod izlivanja sumporne kiseline ili kalijevog hidroksida. LiFePo<sub>4</sub> baterije nemaju opasnosti od izlivanja bilo kakvih elektrolita, pa se mogu fiksirati u bilo koji položaj želimo. Što je najbitnije, ne postoji opasnost od eksplozije prilikom prepunjivanja, jer do istog ne može doći pošto litijske baterije sadrže BMS - električni sklop koji prekida punjenje i pražnjenje kod bilo kakvih anomalija.

LiFePo<sub>4</sub> baterije (slika 2.31) za solarne sustave su vrlo praktične jer dolaze u komponentama i mogu se postaviti u posebne ormare. Njihova voltaže je 48 V, što je danas standard za veće solarne sustave [20]. Dakle kupnjom samo jedne baterije, mi već možemo našem solarnom sustavu dati jednu malu autonomnost, odnosno sigurnost od nestanka električne energije. Dobra je stvar da ih kasnije možemo paralelno spajati i povećavati kapacitet našeg akumuliranja viška solarne energije u našem solarnom sustavu. Na taj način ne moramo odmah davati veliki izdatak, nego kupujemo baterije prema potrebi i mogućnosti.



Slika 2.31 LiFePo<sub>4</sub> Pylontech baterija 48V

([https://www.victronenergy.com/live/\\_media/battery\\_compatibility:pylontech\\_battery.png](https://www.victronenergy.com/live/_media/battery_compatibility:pylontech_battery.png))

### 3. Stvaranje samoodržive i pametne kuće

#### 3.1. Termo izolacija kuće

Prije svega ako krećemo u proces stvaranja pametne i samoodržive kuće, potrebno je tu kuću ako je starije gradnje, „pretvoriti“ u niskoenergetsku. Dakle potrebno je prvenstveno provjeriti o kojim se izolacijama radi i u koji energetske razred možemo staviti našu kuću. Ako se radi o nižim energetske razredima i ako naša kuća nema nikakve termo fasade i modernu PVC ili ALU stolariju, ona će biti veći potrošač i teže ćemo zadržavati toplinu zimi ili hladnoću ljeti. Dakle mi ćemo morati mnogo više energije potrošiti, što je velika smetnja kod efikasnosti odnosno, teže nam je sprovesti samoodrživost našeg doma.

Preporuka je iskoristiti državne poticaje i odraditi čim bolju izolaciju. Najčešće se stavlja stiropor od 10 cm ili kamena vuna. U našem slučaju je stiropor od 15 cm, što čini kuću još efikasnijom. Što se tiče Stolarije, vrlo je popularna plastična stolarija i bilo bi preporučljivo da ima barem dvije zračne komore između stakla (tri stakla). Na slici 3.1 vidi se stanje prije ugradnje termo fasade, a na slici 3.2, stanje je nakon postavljanja fasade od 15 cm i postavljene PVC stolarije.



*Slika 3.1 Stanje kuće prije postavljanja termo fasade*



*Slika 3.2 slika nakon postavljene termo fasade od 15 cm*

Nakon već dvije zime zaključak nakon postavljanja fasade je doista velika ušteda u grijanju. Teško je reći kolika, jer se usporedno s obnovom ugrađivalo i novo grijanje na principu dizalice topline, što je sa solarnim sustavom taj nekadašnji trošak od 8000 Kn godišnje sveo na 1000 kn godišnje. Bitno je napomenuti da su se trošila drva za ogrjev, što je radilo još više troškova; cijepanje, spremanje, prenošenje, loženje. Dakle trošilo je dodatno vrijeme, a svi znamo da je vrijeme novac... Pošto Solarni sustav nije bio kompletan i sustav grijanja na dizalicu topline nije bio dobro podešen, sljedeće zime (2022/2023.) očekuje se potpuno pokrivanje energije. Ako bi gledali u smislu energije, na grijanje dizalicom topline potrošeno je 5000 kn električne energije od kojih je 4000 kn pokriveno solarnim sustavom.

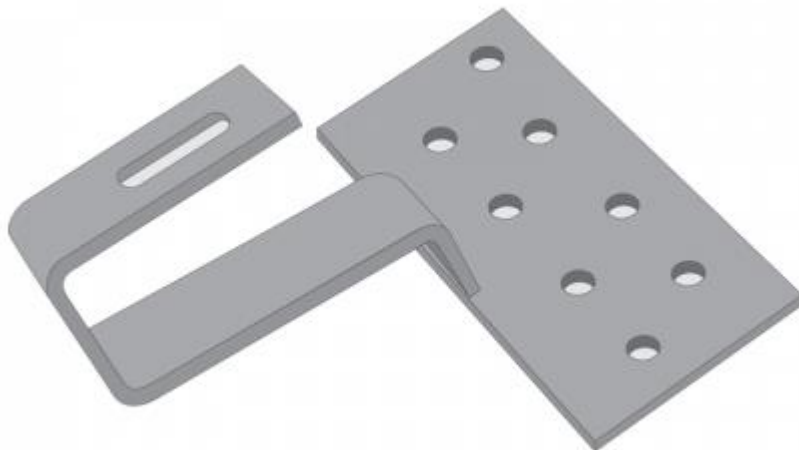
### **3.2. Postavljanje fotonaponskih solarnih panela**

Postavljanje solarnih panela je doista težak dio posla, pogotovo ako nemamo potrebna pomagala poput velikih ljestvi ili čak postavljene građevinske skele. Najbolje bi bilo uskladiti radove kada se radi fasada i kad već imamo postavljene skele, no u ovom slučaju to nije bilo moguće jer su se fotonaponski paneli ugrađivali postepeno kako su se nabavljali i kako je priljev novaca to omogućio.



Vrlo je bitno dobro proučiti što nam sve treba prije samog postavljanja solarnih panela, jer se uglavnom elementi koji su nam potrebni naručuju putem Internet trgovina pa moramo dobro razmisliti o broju nosača, spojnicama za panele, šarafima i ostalih sitnih dijelova. Najbolji je prijedlog da se uvijek kupuje veći broj dijelova, jer uvijek možemo nešto izgubiti ili pretjerati sa stezanjem vijka i uništiti navoj.

Prvo što nam je potrebno s obzirom na oblik krova i vrstu crijepa jesu takozvane „kuke“ (slika 3.3) koje nam služe kao osnova na koje pričvršćujemo nosače ili šine na koje se stavljaju solarni fotonaponski paneli. One se pričvršćuju za sam drveni pokrov ili krovne letve i prolaze kroz crijep pa izgledaju kao kuke.

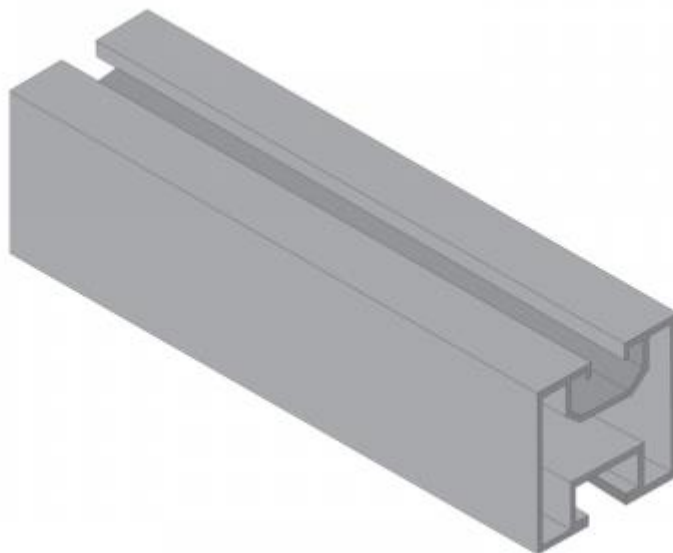


*Slika 3.3 Kuke za nosače solarnih panela*

*([https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/h/k/hk2\\_1.png](https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/h/k/hk2_1.png))*

Na same kuke sada stavljamo i pričvršćujemo aluminijske nosače (slika 3.4). Ovoga puta spominjemo aluminijske nosače jer su oni mnogo lakši od primjerice čeličnih ili željeznih i ne oksidiraju. Iskustvo nam govori da bilo kakvim bušenjem željeznih ili čeličnih profila oštećujemo pocinčani ili bojani dio metala i automatski izazivamo oksidaciju, odnosno hrđu koja tom materijalu daje vrlo kratak vijek na krovu. Nosači zbog transporta najčešće dolaze u 2 ili 3 metra, dok je njihova stvarna dužina šest metara.

Preporuke su da ako je moguće i ako je potreba zbog količine fotonaponskih panela nosači budu što duži, odnosno da koristimo njihovu punu dužinu, jer skraćivanjem gubimo čvrstoću i kompliciramo postavljanje. Tu je također bitan dobar izračun kako ne bi pogriješili kod dužine samih panela i nosača.

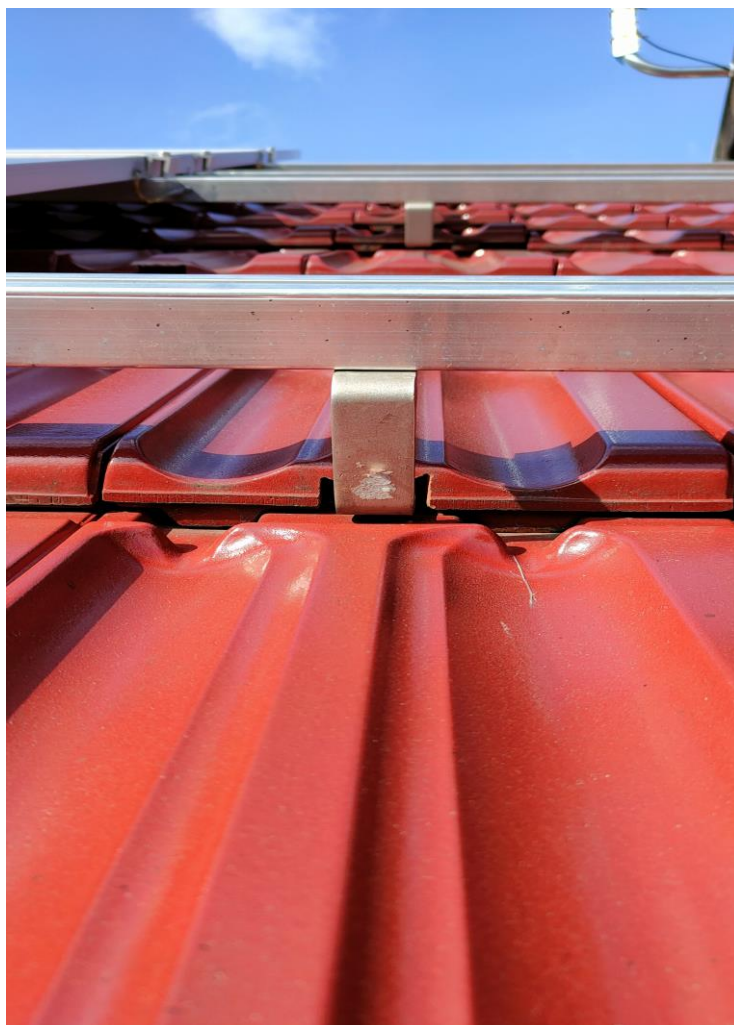


*Slika 3.4 Aluminijski nosač, izgled profila*

*([https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/l/aluminijski\\_profil\\_p1\\_0\\_2.png](https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/l/aluminijski_profil_p1_0_2.png))*

Spoj gore navedenih elemenata izgleda u realnosti kao na slici 3.5. Vrlo je bitno sve dobro izmjeriti i kod crijepova paziti da ih ako je potrebno malo prilagodimo za „kuke“ kako bi što bolje „kliznule“ van. U početku je to zahtjevan posao, no kad se stekne iskustvo vrlo se lako fiksiraju nosači sa fotonaponske panele. Naravno svaki crijep je drugačiji i ima drugačijih načina fiksiranja nosača. Povedeni iskustvom ovo je malo skuplji način ali vrlo efikasan i jednostavniji. Skuplji je način isključivo zbog skupoće aluminija, a kako se čini cijene su sve veće.

Čelične jeftinije varijante su puno teže za postavljanje zbog same težine materijala i rade veliko opterećenje na krovu. Vrlo ih je teško nositi na krov i baratati s njima na krovu. Također, ako su potrebne izmjene, odnosno razna bušenja i piljenja, to je s čeličnim nosačima mnogo teže.



*Slika 3.5 aluminijski nosač na "kuki"*

### 3.3. Postavljanje pretvarača i spajanje

Pretvarače smo već opisali, a njihova uloga je vrlo važna. Ovoga puta uz mnogo istraživanja i razmišljanja odabrani su hibridni pretvarači. Zašto baš hibridni? Pa zato jer se mogu koristiti na više načina. Prvenstveno ako nemamo novac za baterije, koje su vrlo skupe oni se mogu koristiti sa postojećom električnom mrežom kada nema suca, a kada ga ima, logično, kuća koristi energiju sa fotonaponskih panela. Također ova vrsta hibridnih pretvarača (slika 3.6) je odlična jer se mogu koristiti i u svrhu slanja viška električne energije u mrežu, no to se koristi ako sklopimo takav ugovor sa opskrbljivačem i dobijemo mogućnost predaje električne energije i kontrolno brojilo. Pretvarač je snage 5 kW i kineske je proizvodnje, no to ga ne čini manje kvalitetnim jer već nekoliko godina radi bez kvara. Ima svoje nedostatke no s obzirom na uloženi novac (5000 kn po komadu) korisnik može biti vrlo zadovoljan sa uložnim i dobivenim.



*Slika 3.6 Hibridni pretvarač koji se koristi*

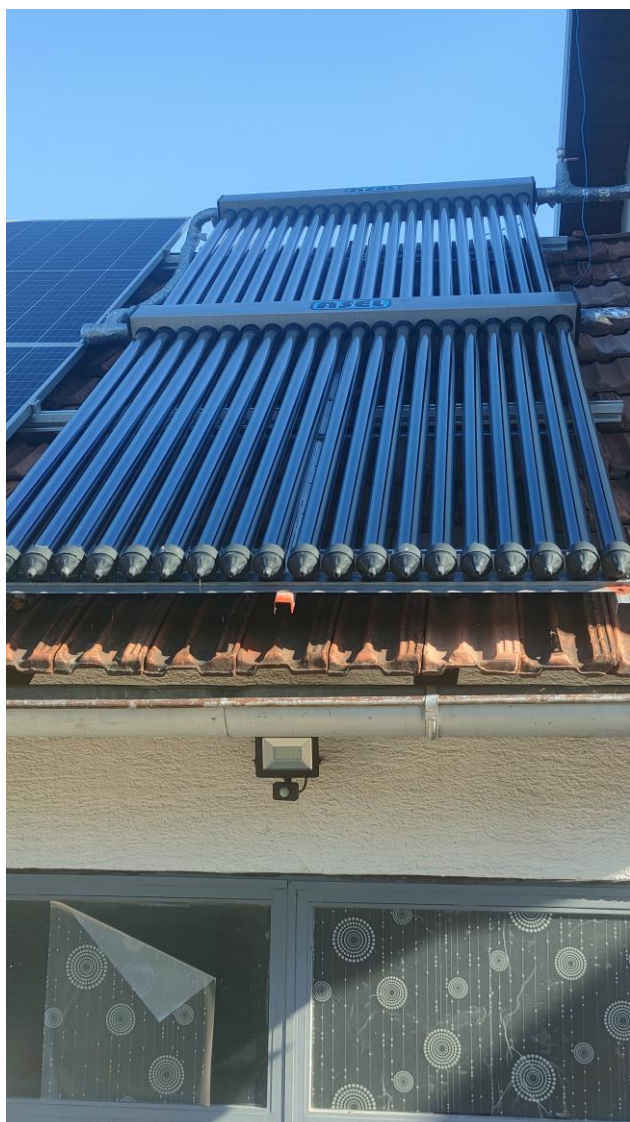
Pošto u našem slučaju kuća ima trofazni priključak iz mreže, nije bilo nužno no kupljena su tri uređaja jer na taj način svaki zasebno prati jednu fazu (slika 3.7). To je dobra strana tog pretvarača jer se mogu spajati paralelno što im povećava snagu ili daje mogućnost trofaznog priključka. Kao što je poznato, trofazna električna energija se koristi za neke specifične uređaje, poput grijača, pećnica starijeg tipa, trofaznih elektromotora, nekih alata i strojeva. A ako ne koristimo svakodnevno takve potrošače, tri faze možemo rasporediti po potrošačima i dijelovima kuće. Tako se primjerice u struci električara, uvijek veći potrošači poput pećnica, perilica suđa itd. stavljaju zasebno na jednu od faza kako ne bi došlo do opterećenja pojedinačne faze. To može prouzročiti „bacanje“ osigurača i pregrijavanje vodiča.



*Slika 3.7 Solarni pretvarači u trofaznom sustavu*

### **3.4. Postavljanje solarnih panela za grijanje potrošne vode**

Kako se ne bi opterećivao fotonaponski solarni sustav i kako bi naša kuća bila što efikasnija u iskorištavanju sunčeve energije, vrlo je korisno ugraditi i sustav za solarno zagrijavanje potrošne vode „PTV“. Naime, radi se o cijevima ili tubama koje apsorbiraju sunčevu energiju i prenose toplinu u našu akumulaciju topline (slika 3.8). U našem se sustavu radi o akumulacijskom bojleru od 400 litara (slika 3.9). Ako je dan sunčan ili barem blago oblačan, mi možemo dobiti i do 70 stupnjeva celzija zagrijane potrošne vode. 400 litara takve vode dovoljno je za osmeročlanu obitelj bez da se štedi. Kroz zimu odnosno prvi i drugi mjesec kada je bila korištena, voda se tokom sunčeva dana zagrijavala na oko 50 stupnjeva i temperatura jednog sučevog dana drži temperaturu oko 2 dana između 40 do 55 stupnjeva. Ovom sustavu zagrijavanja potrošne vode, daleko olakšava činjenica da se nikad ne potroši svih 400 litara pa se voda stalno dogrijava kroz sunčane sate.



*Slika 3.8 Solarne vakumske tube za zagrijavanje vode*



*Slika 3.9 Akumulacija tople potrošne vode od 400 litara*

Ako se desi više dana bez sunčeve energije, a temperatura vode padne ispod 40 stupnjeva, tada ulogu zagrijavanja vode preuzima dizalica topline, koja kroz dodatnu spiralu na akumulaciji tople vode, zagrijava vodu. U slučaju zagrijavanja potrošne vode uz pomoć dizalice topline, koristi se topla voda za grijanje, koju električni ventil preusmjerava samo na akumulaciju kakao bi proces zagrijavanja bio što brži. Na taj način dobivamo savršen krug kako nam nikada ne bi nestalo tople vode koja je vrlo važna odnosno nužna i neizostavna za svako kućanstvo. Mnogo se vremena i pažnje dalo sustavu zagrijavanja tople vode, jer to je standard koji moderna obitelj mora imati, a sam kvar može izazvati neugodne posljedice i paniku. S obzirom što je taj sustav samostalno odrađen, vrlo ga se jednostavno uz sakupljene rezervne dijelove može staviti natrag u pogon.

Postavljene su solarne tube kojih ima 40 komada (2x20). Svaka vakumska tuba koristi se za dnevno zagrijavanje 10 litara vode, što bi značilo da 40 komada zagrijava 400 litara. Po tom pravilu je i konstruiran naš sustav solarnog zagrijavanja PTV-a. Solarne tube funkcioniraju tako što vakuum unutar staklene tube služi kao najbolji izolator, a u samoj sredini tube nalazi se neka vrsta alkohola unutar bakrene cijevi koja prenosi toplinu na sami vrh te cijevi. Nadalje se sa vrha cijevi toplina prenosi na drugu bakrenu cijev kroz koju prolazi voda i ona se zagrijava. Takav sustav je dobar jer kroz solarne tube ne prolazi voda nego one predaju toplinu na drugu cijev. Zato same tube ne ugrožavaju sustav ako se slučajno neka od njih razbije prilikom nevremena ili nepažnje. Unutar cijevi koje prenose toplinu do akumulacijskog rezervoara nalazi se mješavina vode i antifriz, što je kombinacija koja omogućuje rad i zimi kada se temperature spuštaju ispod nule, gdje bi se obična voda smrzla i došlo bi do pucanja cijevi. To bi uništilo naš sustav kada nam najviše treba, te nije loše uložiti u poseban antifriz donosno glikol koji ne djeluje agresivno na naše cijevi. Važno je za naglasiti da je dobro cijevi dodatno izolirati posebnim spužvastim izolacijskim tubama, kako bi se spriječilo gubljenje topline kod cirkulacije.

### **3.5. Postavljanje dizalice topline i akumulacije tople vode**

Dizalica topline (slika 3.10) je nešto mlađi način zagrijavanja prostora stanovanja. Razvija se i postaje sve više efikasna. U našem slučaju je ovaj sustav ugrađen zbog želje kako bi i grijanje doma postalo nešto što više nije velika briga. Dakle, svjesni smo da imamo dovoljno električne energije i da istu možemo posuditi iz mreže ako nam nedostaje. Dakle, zašto se ne bi ugradilo sustav koji nam štedi električnu energiju? Samo treba shvatiti kako funkcionira, ali i učenje na greškama i daljnje konzultiranje sa iskusnijima, pomože nam pri još manjoj potrošnji električne energije za grijanje.

U našem slučaju koristi se i akumulacija topline odnosno pufer od 200 litara (slika 3.11) koji rasterećuje rad dizalice topline. Kada je pufer ugrađen dizalica topline ne radi neprekidno nego zagrije akumulaciju pa ima neko vrijeme za „odmor“ ovisno o brzini potrošnje i potrebe kuće za grijanjem. Na taj način produžujemo vijek dizalice topline.



*Slika 3.10 još neugrađena dizalica topline*

Dizalica topline i njen sustav s može spajati na stari vod centralnog grijanja, odnosno radijatore, no u tom slučaju se koristi puno više električne energije jer radijatori zahtijevaju višu radnu temperaturu od 60 pa do 80 stupnjeva. Mnoge dizalice topline kao i ugrađena u naš sustav ne mogu dostići temperature veće od 60 stupnjeva, pa će također trebati više da se kuća zagrije. Najefikasniji razvod grijanja je podno grijanje, jer je tom tipu grijanja potrebno samo 35 pa do 40 stupnjeva. To dokazano troši najmanje električne energije i daje najugodniji osjećaj grijanja.





*Slika 3.11 akumulacija topline za  
grijanje - puffer*

U našem slučaju za grijanje se koriste ventilokonvektori (slika 3.12), koji su srednja opcija kod količine potrošnje električne energije jer im je potrebno 40 do 45 stupnjeva topline poročne vode.



*Slika 3.12 Ventilokonvektor za grijanje*

Ventilokonvektori funkcioniraju tako da kroz njihove spirale teče topla voda, primjerice u našem slučaju 42 stupnjeva te motorni ventilator ispuhuje tu toplinu u prostor. Na taj način je osjet topline daleko brži, a brzina i snaga ispuhivanja se može odrediti samostalno po želji. Pošto dizalica topline može hladiti vodu, kao i u našem slučaju ventilokonvektori mogu služiti i za hlađenje ako se stave u taj model rada. Proces je vrlo jednostavan, cijevima teče hladna voda, a ventilokovektori ispuhuju hladan zrak sa spirala. Dizalice topline su ujedno vrlo dobro ulaganje jer kao što je opisano, riješili smo potrebu za grijanjem i hlađenjem i nije potrebno dodatno kupovati klima uređaje. Također uštedili smo i na kontrolerima jer sustav grijanja i hlađenja kontroliramo iz jednog kontrolera.

### **3.6. Implementacija i spajanje baterija**

U našem sustavu baterije su vrlo važne. One nam omogućuju nesmetan rad sustava kada nestane električne energije koju inače koristimo kao rezervu kada dođe mrak, jer je jeftinije koristiti električnu energiju iz mreže kao rezervu nego trošiti cikluse naših skupocjenih baterija. Za sada je to tako, no ako uskoro električna energija dođe na još veće cijene, a kako mediji prenose to nije tako dalek događaj, bolje će biti preći na akumulatorski sustav. Također ako sustav opskrbe eklektičnom energijom zakaže, mi smo u svakom slučaju neovisni pošto naš sustav to prepoznaje u djeliću sekunde i odmah nas prebacuje na baterije – akumulatore.

Kao što je već iscrpno opisano kakvi sve akumulatori i baterije postoje, mora se naglasiti da je izbor u slučaju kuće koju opisujemo **LiFePo4** baterijski sustav koji je prikazan na slici 3.13.

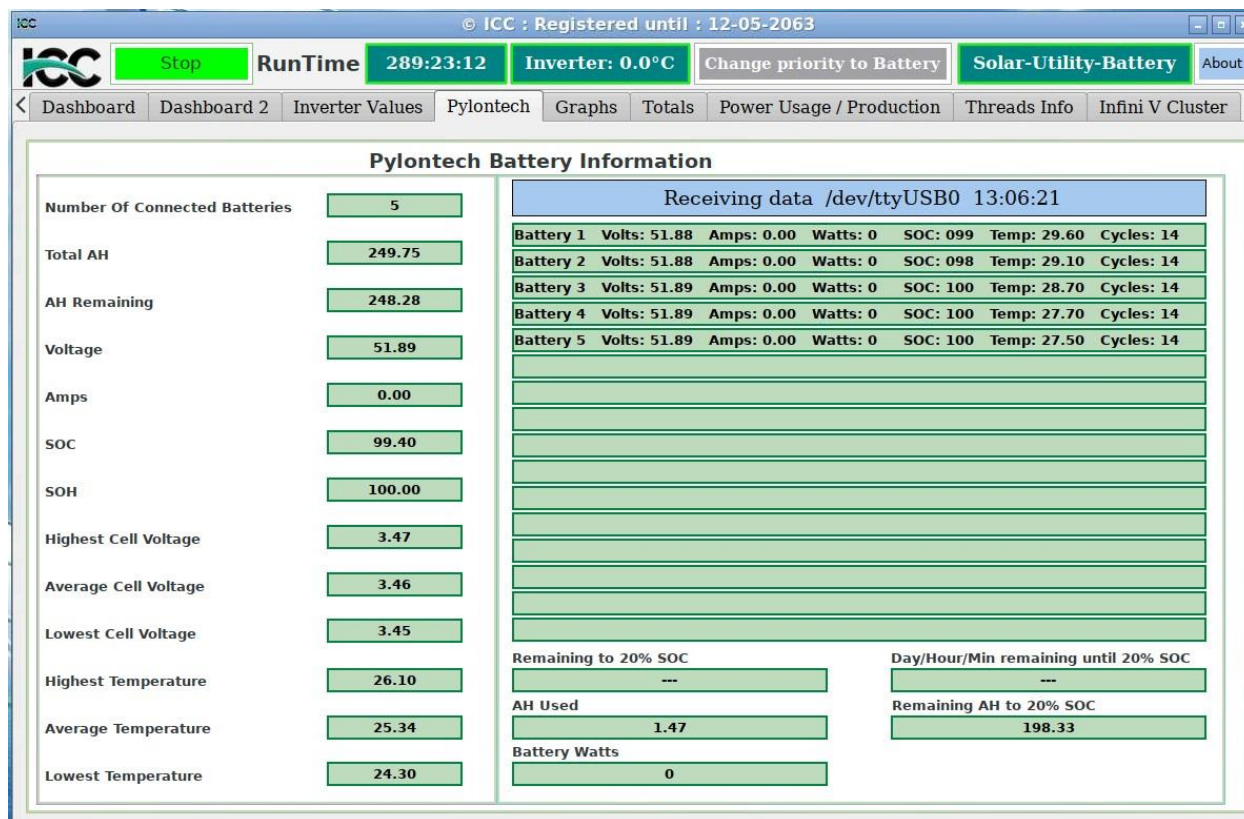


*Slika 3.13 LiFePo4 sustav baterija*

Ovaj sustav baterija se sastoji od pet baterija od 48 volti, koja svaka može funkcionirati zasebno. Kao što je vidljivo na slici, ovdje se radi od pet paralelno spojenih baterija. Jedna baterija ima snagu 2,4 kWh, a ovako pet paralelno spojenih ima ukupnih 12 kWh.

U prijevodu kako bi pojasnili jednoj domaćici; ako je za pile s krumpirima potrebno dva sata u pećnici prilikom čega pećnica troši dva kWh po satu, ovaj baterijski sustav je u mogućnosti ispeći pile tri puta. No naravno da nećemo peći pile u ponoć, nego u podne ili tokom sunčanog dana kada imamo višak solarne energije. Također, navečer su naši najveći potrošači televizor 100Wh, računalo 100Wh, svijeta sva zajedno 60Wh, a škrinje i hladnjake 200Wh. Dakle ukupna potrošnja navečer kada smo još budni je oko 460Wh, a kada odemo na spavanje sve se smanji na 200Wh za škrinje i hladnjake. Ovaj sustav je i konfiguriran da se zagrijavanje kuće odvija tokom dana kada imamo sunce, a tako će se i akumulirati topla voda u puferu. Na taj način je navečer minimalna potrošnja.

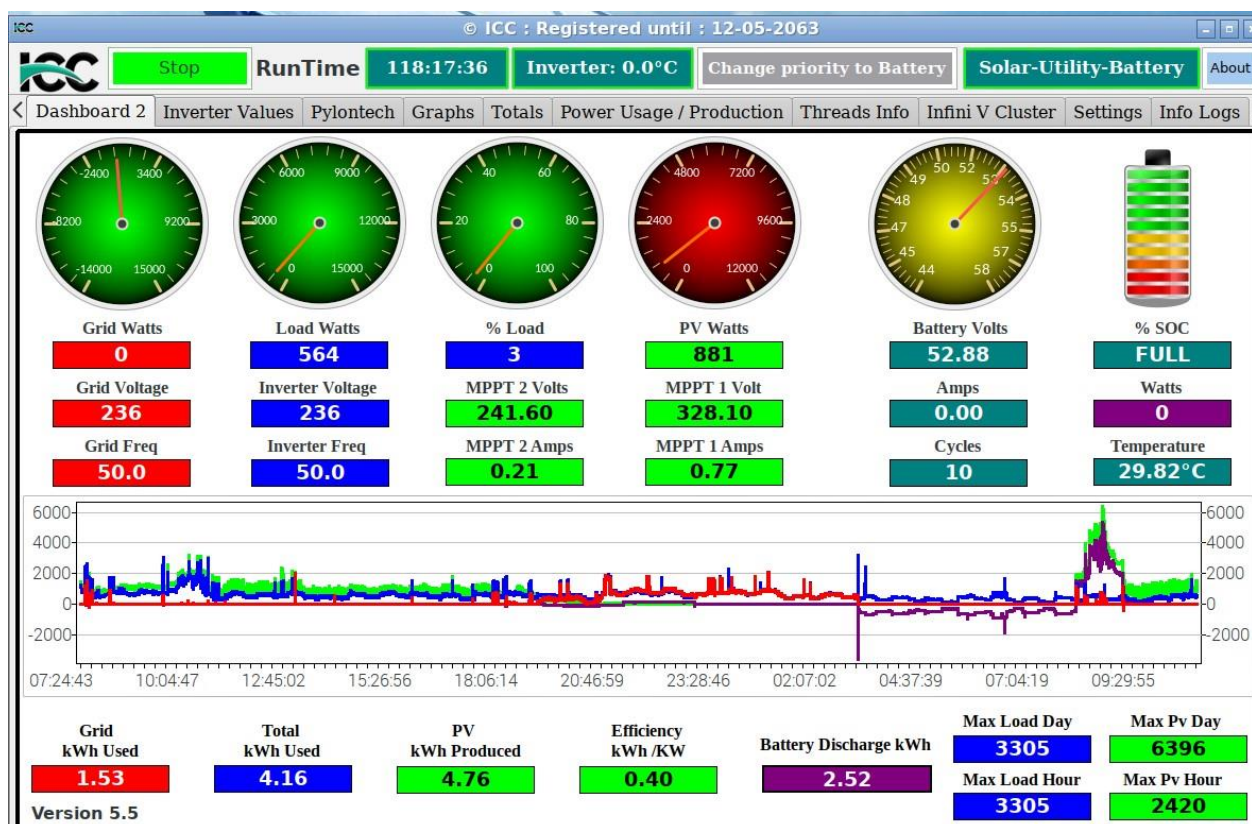
U programu za upravljanje solarnim sustavom (slika 3.14) imamo sve potrebne podatke o baterijama, što je dobro jer možemo brzo otkriti probleme s nekim materijama ili generalni kvar. Da, danas baterije nisu samo teška „gromada“ olova i kiseline, nego svaka baterija ima svoje računalo koje pazi na sve uvjete, poput temperature, voltaže ćelija, cikluse itd. Takva računala ili točnije sklopovi, zovu se BMS – „Battery management system“ i oni komuniciraju međusobno sa drugim baterijama spajajući se u jednu bateriju koja na kraju komunicira i sa centralnim računalom kako je prikazano na slici 3.14.



Slika 3.14 informacije o baterijama unutar centralnog sustava za upravljanje

### 3.7. Povezivanje solarnog sustava sa centralnim računalom

Već smo dosta toga pojasnili prije, gdje smo opisivali potrošnju i postavljanje parametara solarnih sustava. Dakle uz pomoć ovog programskog sustava za koji smo već pojasnili da radi na malom centralnom računalu „Raspberry PI“, mi možemo upravljati cijelim sustavom koji se tiče fotonaponskih panela, invertera i baterija. To programsko rješenje radi na Linux operativnom sustavu i zove se „ICC- REAL SOFTWARE SOLUTIONS“. Program je stabilan, a pošto radi na Linux operativnom sustavu vrlo je siguran. Sustav ima zanimljivo i praktično početno informativno sučelje (slika 3.15) koje nam pokazuje sve osnovne i potrebne podatke kako bismo znali da je sve u redu s našim sustavom.



Slika 3.15 početni zaslon solarnog sustava

Uz pomoć ovog programa moguće nam je postaviti postavke invertera, postavke punjenja baterija, isključivanje hibridnog načina rada, isključenje slanja viška energije u mrežu, pratiti svu potrošnju po godinama, mjesecima, tjednima i danima i na kraju postaviti cijenu jednog kilovata kako bi znali koliko smo novaca uštedjeli.

### **3.8. Povezivanje svih sustava u pametnu kuću**

Stvaranje pametne kuće je uvijek u stanju razvitka, jer stalno se nešto novo otkrije i pojavi se novija tehnologija. Dakle, taj sustav ima u kontroli sva svjetla i ostale potrošače te ih kontrolira, zapisuje dnevnik i na neki način uči sve o nama i našim potrebama. Takav sustav bi nam omogućio automatizirani dom, koji možda zna previše o nama. Ovoga puta mi ne pričamo o hladnjaku koji nas upozorava kada nam nedostaje mlijeka, nego o kući koja sama ugasi nepotrebno svjetlo ili sustav koji zna da nas nema kod kuće i sve preusmjerava u grijanje potrošne i vode za grijanje prostora. Sve ostalo je možda previše, jer mi zapravo želimo nešto raditi i sami, čisto da znamo da postojimo.

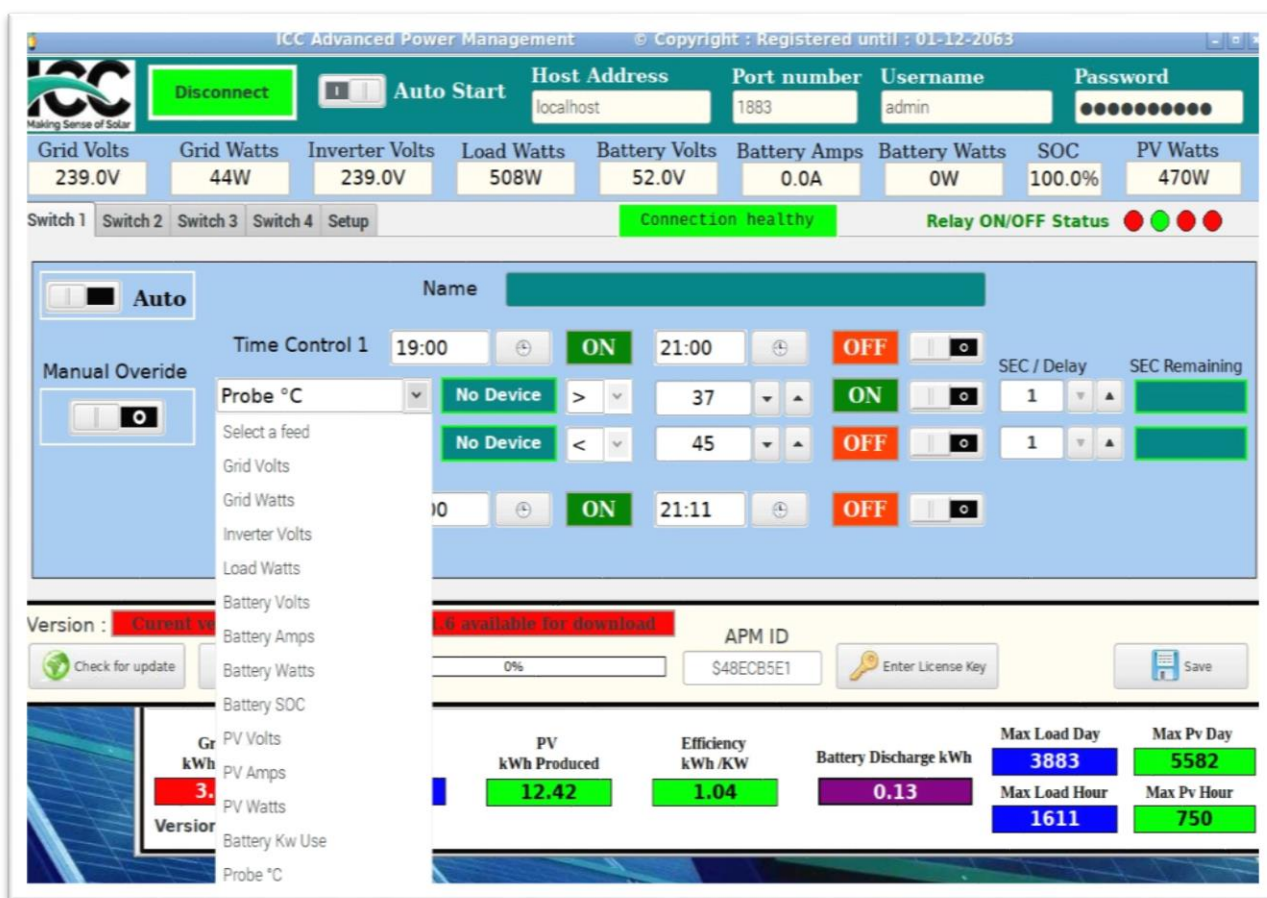
#### **3.8.1. ICC Advanced Power Management**

U našem sustavu postoji nekoliko vezanih programa koji upravljaju određenim potrošačima bazirajući se na količinu slobodne energije koju proizvodi solarni sustav. Tako primjerice, ako nema dovoljno energije gasi se crpka za pročišćavanje bazena ili navodnjavanje vrta. Za zaključiti je da ništa od tih sustava ne radi u noći. Nadalje, ako temperatura akumulacije tople vode padne ili dođe do određene temperature sustav također može ugaziti ili upaliti dodatni grijač. Kako bi to objasnili moramo znati da dizalica temperature može zagrijati vodu samo do maksimalnih 60 stupnjeva, što je dovoljno za grijanje prostora, ali ako želimo neke više temperature u akumulaciji (puferu), može se staviti dodatni električni grijač od 3 kW, kao što imaju klasični bojleri. Kada imamo lijepi sunčani dan, a naši su akumulatori puni, grijači mogu zagrijati akumulacijski spremnik i na primjerice 80 stupnjeva. Tako nešto nam pomaže da možemo dulje i efikasnije zagrijati kuću kroz noć pa sve do drugog dana Tako ne trošimo skupu električnu energiju iz mreže. Ponekad čovjek samo treba uključiti mozak i sve se može efikasno posložiti, no potrebna nam je tehnologija i program koji je dio ICC programskog rješenja za upravljanje solarnim sustavom. Program se zove „ICC Advanced Power Management“. Program se povezuje sa mrežnim uređajima sa relejima koje smo već opisivali. To su uređaji koji rade putem WiFi-ja i povezujemo ih posebnim postavkama na program. To mogu biti pametne sklopke, svjetla ili senzori poput senzora temperature. Kao što je vidljivo na slici 3.16, program može kontrolirati četiri uređaja i to prema ovim parametrima: mrežna voltaža, mrežna snaga, voltaža invertera, povučena snaga, voltaža baterija, struja baterija, snaga baterija, voltaža

fotonaponskih panela, snaga panela, struja panela, Snaga koja se koristi iz baterija, stanje pametnog senzora temperature.

Dakle mi sad imamo veliki izbor parametara po kojima možemo „paliti ili gasiti“ pametne uređaje ili sve starije uređaje uz pomoć pametnih sklopki koje stare uređaje čine pametnim. Tako primjerice ako **PV VOLTS**, u prevedu voltaža fotonaponskih panela, bude viša, što je znak da je sunčeva svjetlost prisutna i snažna, pa da se mogu uključiti grijači tople vode ili pročišćivač za bazen.

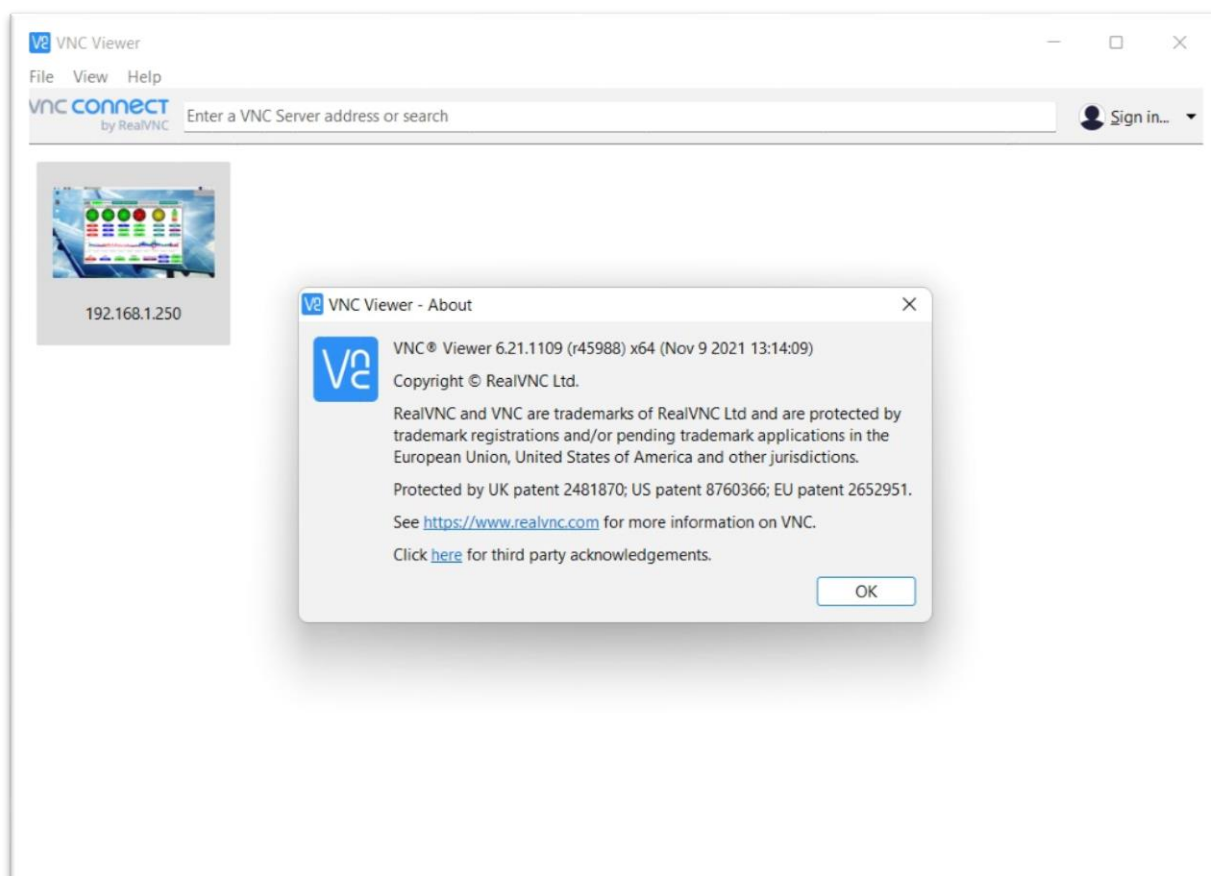
Dakle, mi smo uz ove programe dobili veliku mogućnost automatizacije onih osnovnih sustava pametne kuće što je u više pogleda dovoljno da se kuća može nazvati pametnom.



Slika 3.16 ICC Advanced Power Management dio sustava za automatizaciju kuće

Ovom sustavu se može pristupiti na udaljenim računalu bilo gdje u svijetu, ali što je najbitnije, sustav je zaštićen, jer se pametni uređaji ne spajaju na udaljeni server koji je negdje daleko. Dakle, nitko ne prikuplja naše podatke i ne vidi kako smo konfigurirali sustav, nego o svemu brigu vodi naš vlastiti server (Raspberry pi mini računalo), a njemu zaštićeno pristupamo uz pomoć udaljenog pristupa. Da budemo precizniji, software s kojim pristupamo našem serveru zove se VNC Viwer (slika 3.17) čiji je besplatni server na našem glavnom računalu, a putem VNC Viwer-a se spajamo sa bilo kojeg drugog Windows računala unutar iste mreže.

Ako imamo potrebu ili nuždu da se spajamo udaljeno sa neke druge lokacije putem interneta, moguće je, ali tada trebamo propustiti promet na našem usmjerivaču (router-u).



Slika 3.17 VNS Viwer, program za udaljeni pristup serveru

### 3.8.2. Zidni uređaji za kontrolu i automatizaciju sustava grijanja

Jednostavnije se može reći da su to pametni termostati uređaji. Imaju mnogo više promjenjivih varijabli od običnog termostata pa s njima možemo programirati naš sustav grijanja i potrošne vode po nekim potrebama. Tako primjerice možemo odrediti sustavu grijanja da grije kuću na višu temperaturu od temperature održavanja sat vremena prije našeg dolaska u kuću. Tako će nam kuća uvijek biti topla kada smo prisutni, a ujedno će se štetiti energija jer sustav kada nas nema zagrijava samo akumulaciju topline – puffer. Također, ako je oblačni ili magloviti dan i naše vakumske tube ne zagrijavaju vodu u našem spremniku potrošne vode, tada sustav automatski pokreće grijanje potrošne vode uz pomoć dizalice topline. To također možemo ograničiti na neko određeno vrijeme kada sustav to smije raditi, tako sustav zna da je temperatura vode pala ispod 40 stupnjeva, ali ne pokreće ništa sve dok ne bude 14h, kada solarni sustav ima barem malo svjetlosti.



Na taj način ne trošimo baš svu energiju iz mreže ili akumulatora. Najbolje da su takvi uređaji zajedno na zidu (slika 3.18), kako bi si olakšali kontrolu, a također je bitno da je taj prostor nije direktno na udaru grijaa kako bi osjet temperature prostora bio što realniji.

U našem slučaju kao što je i vidljivo na slici, najgornji panel je za kontrolu grijanja PTV-a s kojim možemo kontrolirati temperature solarnih tuba (senzor temperature se nalazi na samim vakumskim tubama) i temperaturu spremnika PTV-a (senzor se nalazi na sredini akumulacije od 400 litara). Kada temperatura na solarnim tubama postane (u našem slučaju) 8 stupnjeva viša od temperature akumulacijskog spremnika, tada se automatikom pali crpka koja pokreće tok vode i ujedno prijenos temperature sa solarnih tuba u spremnik PTV-a. Razlika od 8 stupnjeva je potrebna kako bi se predala temperatura na spremnik. Srednji panel na zidu koristi nam za kontrolu i programiranje sustava za grijanje kuće. Ovdje ima mnogo parametara, a i vidljivo je kako nam ekran pokazuje temperature na samoj dizalici topline. Sustav uz pomoć ovog računala prati vanjske temperature, temperature spremnika, temperature prostora i u skladu s tim podacima pokreće razne automatizirane radnje održavanja topline.

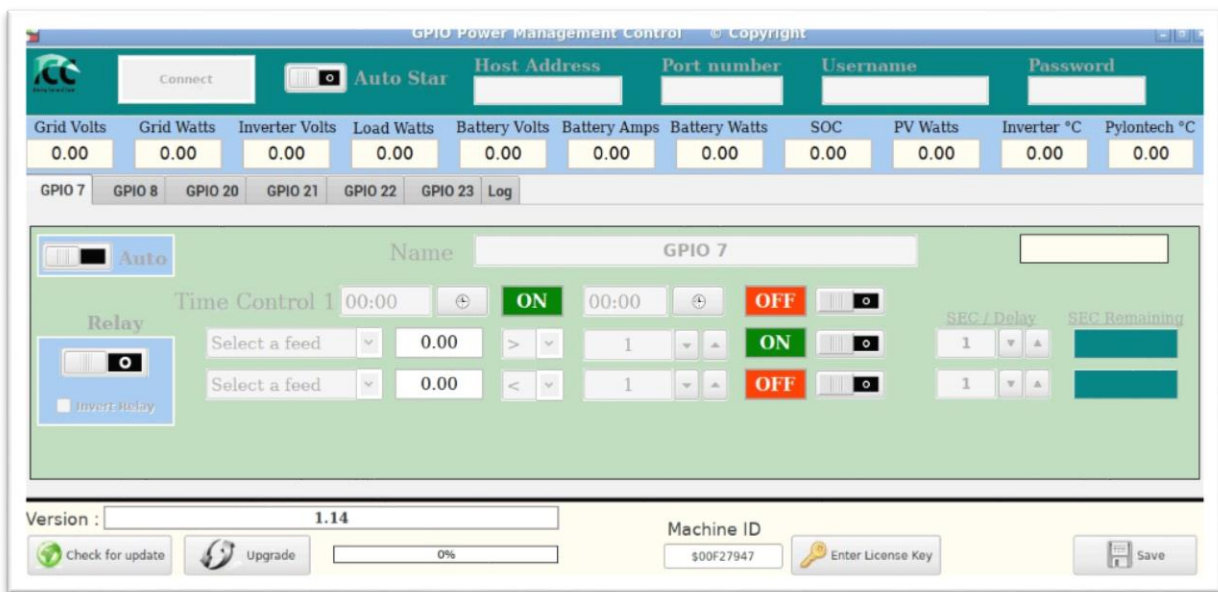


Slika 3.18 zidni uređaji za kontrolu grijanja i PTV-a

Najdonji panel služi nam za kontrolu ventilokontora. Ovo je samo jedan kontroler - panel od šest ventilokonvekotora u cijeloj kući, a postavke su jednostavne, kada se postigne zadana temperatura prostora, ventilokonvektor prestaje s uspuhivanjem i zatvara se ventil ispred njega kako ne bi trošio temperaturu vode u cijevima. Tako drugi ventilokonvektori mogu još brže doći do željene temperature. Kada se postigne željena temperatura cijele kuće, glavna crpka cjevovoda prestaje s radom kako se ne bi bespotrebno gubila temperatura vode u spremniku – puferu.

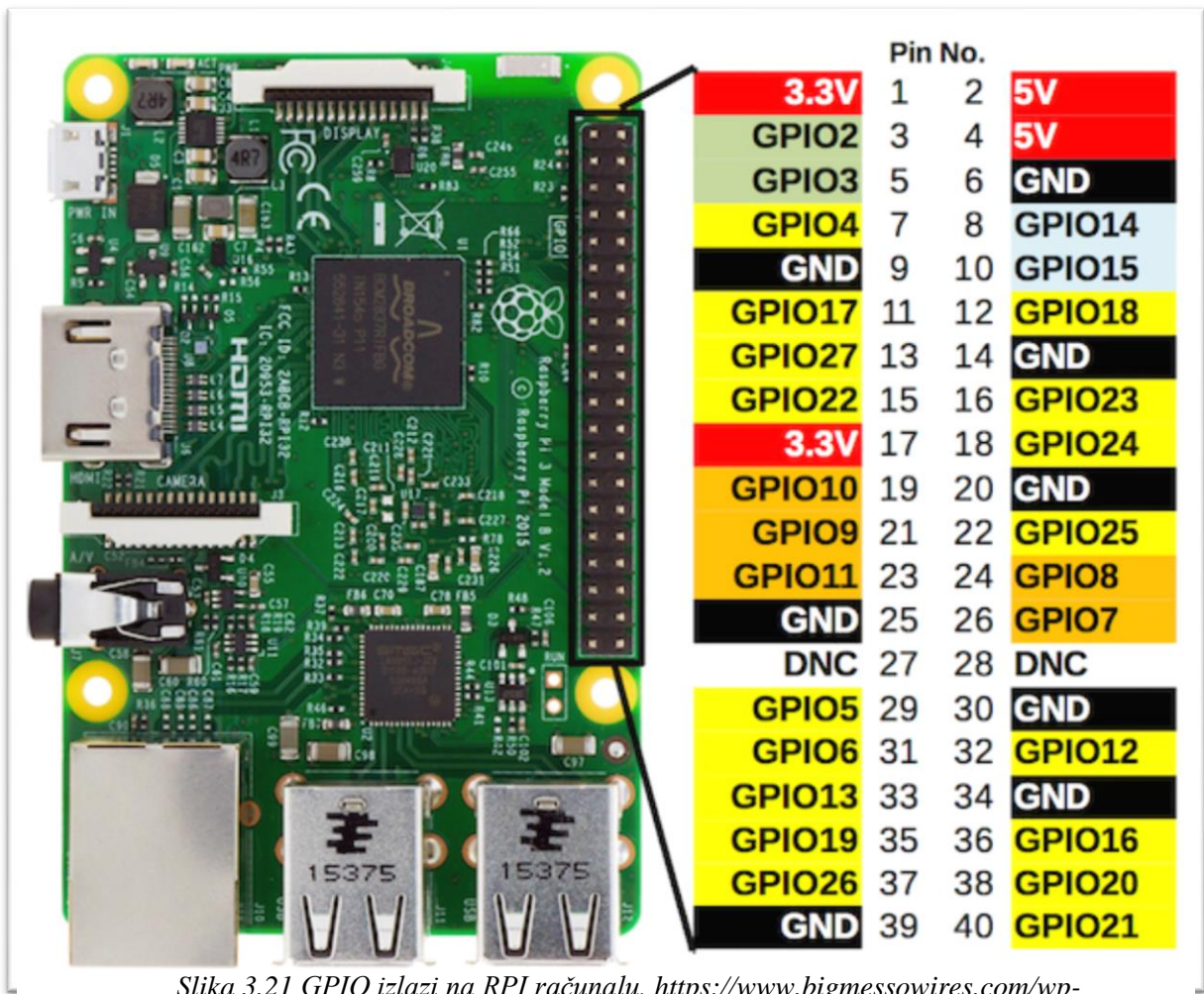
### 3.8.3. GPIO Power Management Control

Radi se također o jednom programu kontrole uređaja u sklopu ICC programa za upravljanje solarnim sustavom (slika 3.19). Interesantan je jer koristi GPIO - general-purpose input/output konekcije na samom Raspberry PI uređaju (slika 3.20).

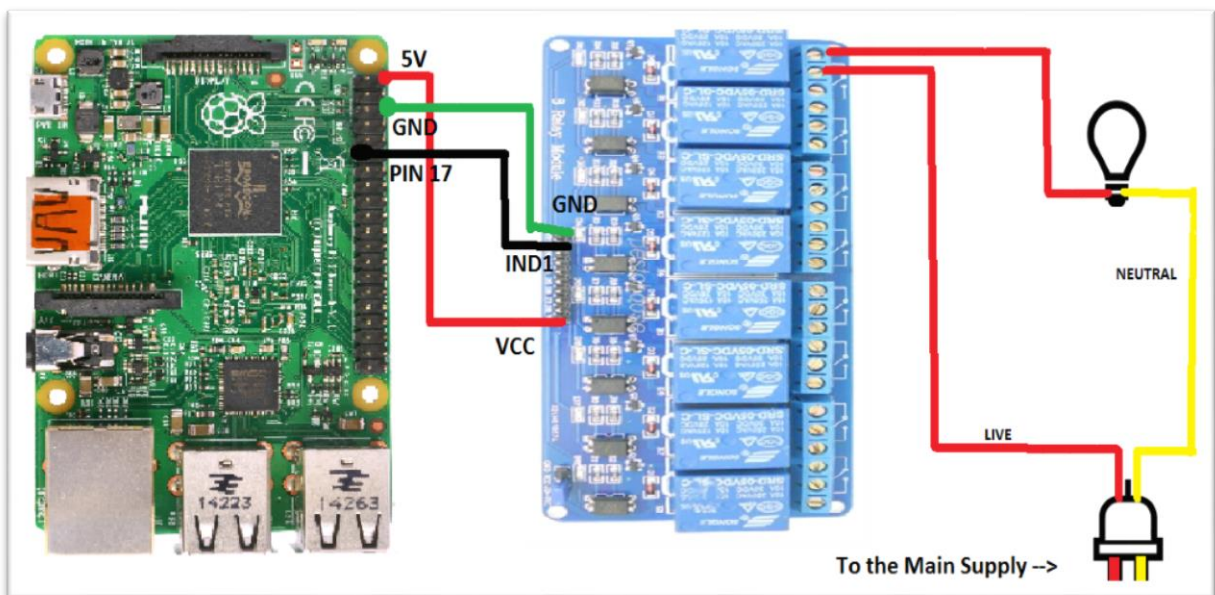


Slika 3.19 GPIO Power Management Control

Pomoću GPIO izlaza na našem RPI računalu, možemo također impulsima niske voltaže, prekidati ili paliti elektromagnete na relejnim prekidačima. Ovaj sustav ne koristimo, jer nam momentalno nije potreban, a koristi se za paljenje i gašenje nekih sustava u neposrednoj blizini samog računala. Primjerice s njime bi uz pomoć releja mogli paliti i gasiti napajanje baterija ili dodatnih ventilatora za hlađenje pretvarača – invertera koji se ljeti dodatno zagrijavaju. U svakom slučaju postoji plan za implementaciju takvih relejnih prekidača a kontrolirati se također mogu uz pomoć već gore navedenih parametra (kod naslova 3.8.1). spoj računala i relejne ploče prikazan je na slici 3.21.



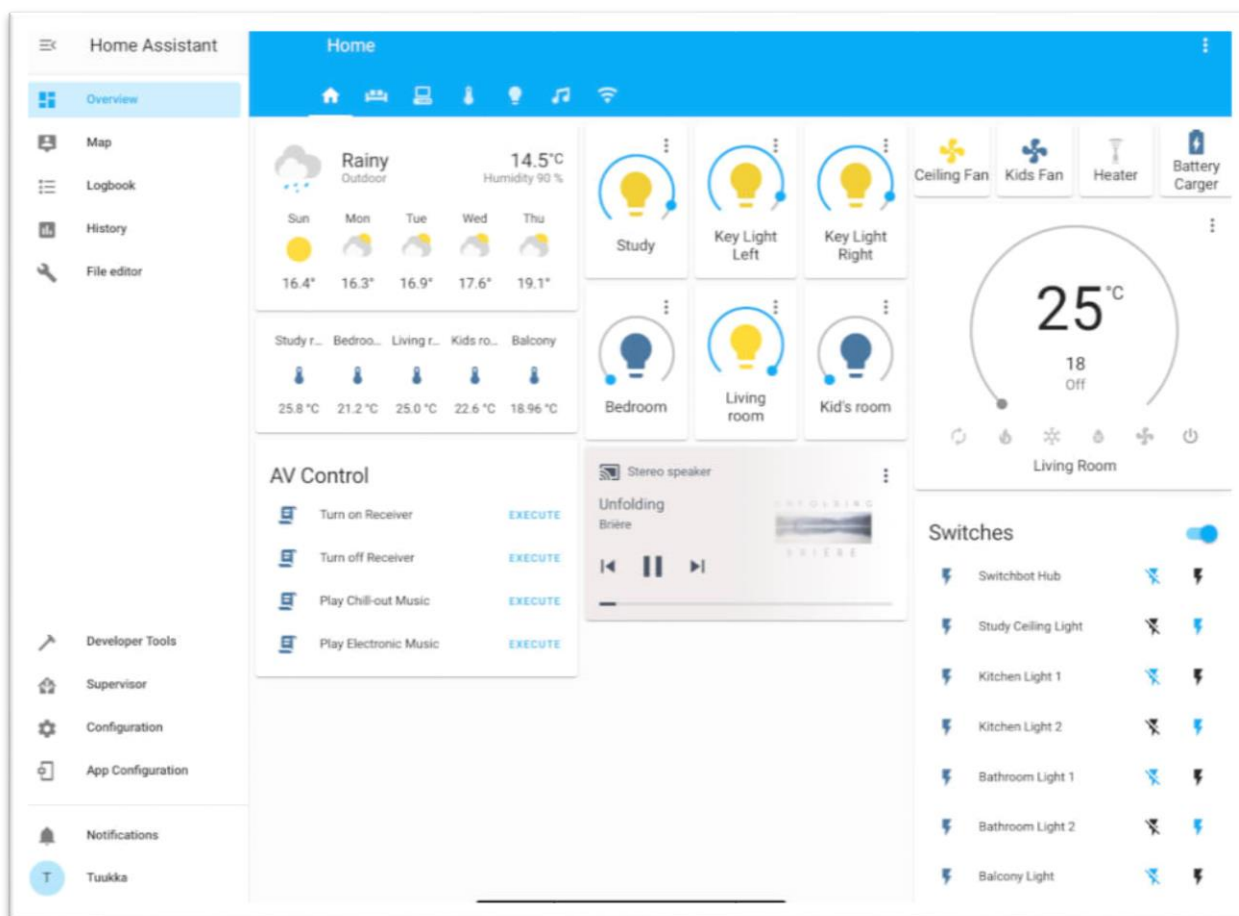
Slika 3.21 GPIO izlazi na RPI računaru, <https://www.bigmessowires.com/wp-content/uploads/2018/05/Raspberry-GPIO.jpg>



Slika 3.20 Način spajanja RPI uređaja i relejne ploče uz pomoć GPIO izlaza/ulaza

### 3.8.4. Home Assistant Software- program za kontrolu pametnih mrežnih uređaja

Ovo je softver koji se također instalira na RPI računalo i otkriva sve pametne mrežne uređaje koje može kontrolirati. Također može otkriti pametne televizore novijeg datuma, muzičke linije, sva pametna WiFi svjetla i razne prekidače i senzore (slika 3.22). U samom softveru odabiremo uređaje koje želimo kontrolirati i činimo petlju između njih i senzora. Takav sustav uz malo vremena možemo pretvoriti u kompleksan sustav koji čak govori. Tako primjerice kada uz pomoć pametnog biometrijskog uređaja otključavamo vrata, program pokreće paljenje naše muzičke linije ili ozvučenja i nakon našeg ulaska (kada senzor to detektira) sustav nas pozdravlja, govori temperaturu stanovanja) koju uzima iz drugog senzora, daje izvještaj broj prisutnih ukućana koju su prikupili drugi senzori. Uz pomoć Google assistenta možemo dati poruku mijenjanja parametara topline kuće i pitati sustav za razne druge podatke o kući.



Slika 3.22 Home Assistant početni ekran <https://mediaexperience.com/wp-content/uploads/2020/07/A902C12E-82A1-42FD-AA05-038C064F6645-scaled.jpeg>

Možemo slobodno reći kako je Home Assistant softver vrijedan pažnje i zapravo onaj najbitniji pomoću kojeg možemo cijelu kuću automatizirati, pratiti i učiniti pametnom domaćinstva da s istom pričamo. U našem projektu pametne kuće ovaj sustav je instaliran, no tek je u proučavanju i pokušajima implementacije što više pametnih uređaja. Pošto mnogi senzori još nisu instalirani, nije moguće detektirati ukućane. Ali moguće je upitati sustav za vanjsku temperaturu i temperaturu kuće. Za sada je još opasno centralno grijanje prebaciti na taj software, jer ne postoji povjerenje.

Što se tiče povjerenja, kod takvih softvera nikad ne znamo kakvu oni vezu imaju prema nekim vanjskim serverima koji prikupljaju podatke, a sigurno to nije lijepa pomisao ako posjedujemo kamere i senzore, odnosno da netko prikuplja podatke o našim kretnjama i komunikaciju u kući. Zato je preporuka izoliranja takvog sustava što je više moguće, odnosno zaključavanje svih portova koji izlaze prema internetu sa strane našeg servera. Nikako ne dozvoliti neku daljansku kontrolu uz pomoć aplikacija na mobitelu i sl. Jedino što je najsigurnije jest udaljeni pristup gdje se mi direktno spajamo na serversko računalo sa nekim drugim računalom i imamo osjećaj kao da samo direktno na našem serveru. Tako je i sa svim sustavima u kući koju opisujemo jer sustav grijanja ili akumulacije PTV-a mora biti na visokoj razini sigurnosti od vanjskih napada.

## 4. Anketa

Anketa nam je vrlo bitna iz razloga kako bi dokazali koliko je uopće pučanstvo upoznato sa pojmom solarne energije, fotonaponskih panela, ali i samim pojmom samoodržive ili pametne kuće. Postoji velika znatiželja kod tog pitanja, pogotovo u našem krugu prijatelja, studenata, ali i starijih generacija.

Anketa je vrlo važna jer ako smo putovali u zapadne susjedne države, mogli smo odmah primijetiti kako je tamo mnogo više kućanstava opskrbljeno fotonaponskim panelima, pa nam je za pretpostaviti da su ujedno i mnogo više upoznati sa tom pričom i više razumiju blagodati takvog tipa oslobođena od ovisnosti o nekom drugom.

### 4.1. Anketna pitanja

#### □ **Dali vam je poznato kako rade solarni sustavi?**

S ovim pitanjem saznajemo upoznatost naših ispitanika o solarnim sustavima. Nekako danas nije realno da baš ništa ne znaju o takvim sustavima i blagodatima istih. Pogotovo danas, kada zbog energetske krize mnogo ljudi priča o tome, isto kao i mediji koji vide solarne sustave kao jednu alternativu.

#### □ **Mislite li da je u premalo literature kako krenuti u solarne elektrane za vlastite potrebe?**

Zasigurno jedan dio ispitanika neće znati odgovoriti na ovo pitanje, jer možda nikad nisu ni tražili taj tip literature, jer nisu tog razmišljanja ili struke. Zato je ovo pitanje namijenjeno onima koji su već nešto istraživali i pokušavali, a poznato im je koliko su takvi tekstovi dostupni u medijima ili na Internetu.

#### □ **Poznajete li vrste solarnih fotonaponskih panela?**

S ovim pitanjem saznajemo koliko su već ljudi pokušavali nešto saznati o solarnim sustavima. Dakle tko zna nešto o vrstama fotonaponskih panela, sigurno je već istraživao cijene i pokušava se pokrenuti.

#### □ **Smatrate li da je samoodrživo budućnost?**

Pitanje je vrlo jasno, smatra se da ako je netko imalo ekološki osviješten, ali i željan samostalnosti u pogledu energenata, definitivno treba odgovoriti na ovo pitanje s odgovorom „DA“. Uglavnom očekuje se pozitivan i optimističan odgovor na ovo pitanje.

□ **Stvara li vam pomisao na energetska samostalnost doma ugodan osjećaj bezbrižnosti?**

Postoje ljudi koji vole samostalnost u pogledu energenata ili električne energije više nego drugi. Neki ljude jednostavno energiju vide kao nešto što im služi, što se mora trošiti pa uopće ne razmišljaju o tome da si ju stvaraju sami. Ovo nam govori koliko ljudi bi htjelo kuću koja sama sebi proizvodi toplinu i električnu energiju, bez da su dužni nekome svaki mjesec plaćati račune.

□ **Smatrate li da postoji dovoljno volje kako bi kuće postale energetska neovisne?**

Ovo se direktno tiče države i medija, te koliko su svi zajedno angažirani u pogledu poticanja energetske neovisnosti. Očekujemo razne odgovore, jer ako nekog zanima, zamijetiti će takve emisije i članke, a drugi će ih vjerojatno preskočiti bez da ih primijete.

□ **Smatrate li da država dovoljno potiče energetska samostalnost?**

Pitanje se tiče direktno države, dali ima dovoljno poticaja oko solarnih elektrana, koliko dugo traju ti poticaji. Postoje li ti poticaji samo zato jer Europska Unija tako traži pa da se zadovolji formalnost?

□ **Koliko bi bili spremni uložiti u energetska samostalnost:**

50.000 kn

80.000 kn

100.000 kn

Preko 100.000 kn

Vrlo jasno pitanje, svi znamo koliko su solarni sustavi još skupi, a sada nas zanima koliko su ljudi spremni izdvojiti.

□ **Smatrate li da nam pametne kuće daju više slobodnog vremena?**

Pitanje je postavljeno kako bi vidjeli razumijevanje i svjesnost ljudi što im donosi napredak tehnologije. Zanima nas dali ih tok misli na spomen samoodrživosti i pametnih kuća vodi ka razmišljanju veće slobode, odnosno više vremena za posvećivanje sebi i obitelji.

□ **Jesu li pametne i samoodržive kuće bliža ili dalja budućnost?**

Postoji želja, postoji problem oko skupoće energenata, no dali je to nešto što nas čeka unutar desetak godina ili će ljudi nastaviti živjeti po starom?

## 4.2. Odgovori na anketna pitanja i analiza

Anketa je kreirana uz pomoć Google obrazaca i podijeljena je na Facebook grupi Diplomskog studija Multimedija, na Facebook profil općenito i određenim studentima putem UNIN mail-a. Ovo je bio link za ispunjavanje ankete: <https://forms.gle/tTboVMgagUorNE9YA>

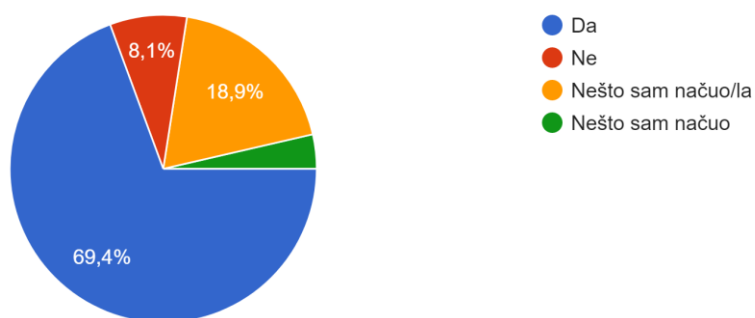
Pošto je već ljeto i većina studenata je odsutna prikupljeno je 111 ukupnih ispitanika koji su odgovorili na svih 10 pitanja.

Pitanja su konkretna i postavljeno je ono što nas zanima, a to je upoznatost i mišljenje studenata i prijatelja o solarnoj energiji, energetske samostalnosti i pametnim kućama. Pitanja nisu išla u detalje oko godina i spola, jer nas to ne zanima. zanima nas koliko su ljudi saznali iz medija i televizije nešto o novim tehnologijama. Tako ćemo analizirati svako pitanje i donijeti zaključke.

### 4.2.1. Dali vam je poznato kako rade solarni sustavi?

Odgovori koji su ponuđeni bili su: „da“, „ne“, „nešto sam naučio/la“.

Dali vam je poznato kako rade solarni sustavi?  
111 odgovora



Slika 4.1, anketno pitanje 1.

Odmah možemo primijetiti jednu grešku koja se desila nepažnjom, odnosno slučajnim zaboravom na ženski rod, kasnije je dodan odgovor „nešto sam naučio/la“ pa se postotak može spojiti zajedno sa odgovorom „nešto san naučio“.

Ovim pitanjem samo saznali koliko je ispitanika barem nešto čulo o solarnoj energiji i kako rade solarni sustavi. Znači 69,4% ispitanika je čulo, 22,5% (3,6% + 18,9%) je nešto naučilo, što je zapravo također dobar znak, a 8,1% neznanju ništa o tome kako rade solarni sustavi. Možemo pretpostaviti da su to ljudi koji su zaobišli te vijesti, nisu tehničke struke i jednostavno koriste ono što dobiju.

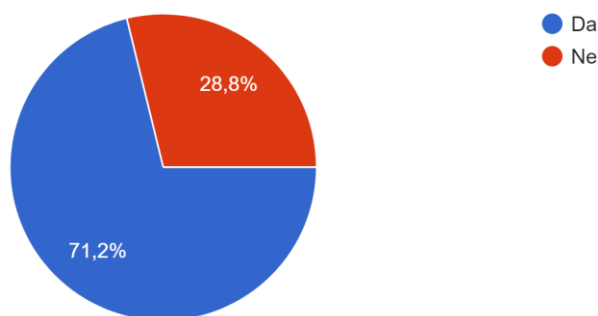


#### 4.2.2. Mislite li da je u premalo literature kako krenuti u solarne elektrane za vlastite potrebe?

Ponuđeni odgovori na ovo pitanje su bili: „da“ ili „ne“.

Mislite li da je u premalo literature kako krenuti u solarne elektrane za vlastite potrebe?

111 odgovora



Slika 4.2, anketno pitanje 2.

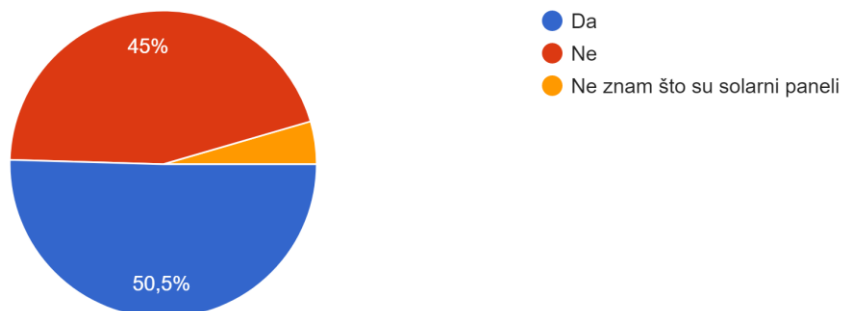
Ovdje vidimo kako je 71,2 ispitanika odgovorilo pozitivno i oni smatraju da je dovoljno literature za pokretanje solarnih elektrana za vlastite potrebe. To znači da su to vrlo dobro informirane osobe, koje mogu samostalno na internetu saznati ono što ih zanima. Ostatak, što je 28,8% vrlo vjerojatno ne razumije dovoljno tu tehnologiju, ne zna kako tražiti odgovore i postaviti pitanja te očekuje malo više informacija putem medija.

### 4.2.3. Poznajete li vrste solarnih fotonaponskih panela?

Odgovori koju su ponuđeni su: „da“, „ne“, i „ne znam što su solarni paneli“.

Poznajete li vrste solarnih fotonaponskih panela?

111 odgovora



Slika 4.3, anketno pitanje 3.

Ova pitanja su specifična za ovaj rad, gdje je detaljnije objašnjeno što se sve može smatrati solarnim panelima, da to mogu biti fotonaponski i paneli za grijanje potrošne vode. Dakle, ispitanici koji su odgovorili na ovo pitanje sa odgovorom da (50%) vjerojatno su čitali neke stručne dokumentacije i radove, ili čak u živo susretali s tom tehnologijom.

45% ispitanika je odgovorilo da odgovorom NE, što možemo prevesti kao da znaju da postoje solarni paneli, no vrste su im nepoznanica. Poznaju izgled, ali ne i vrste. Ispitanici koji su odgovorili sa odgovorom „ne znam što su solarni paneli“ 5%, za njih doista možemo shvatiti da nisu upoznati s tom tehnologijom, ne zanima ih i zadovoljni su onime što im je dostupno.

#### 4.2.4. Smatrate li da je samoodrživo budućnost?

Ovo pitanje ima tri ponuđena odgovora, s time da je na treći odgovor data mogućnost za upisivanje vlastitog mišljenja. Ponuđeni odgovori su: „ne“, „nikad to neće dozvoliti monopol opskrbljivača električnom energijom“ i „upiši ostalo“...

Smatrate li da je samoodrživo budućnost?

111 odgovora



Slika 4.4, anketno pitanje 4.

Zanimljiv je odgovor „nikad to neće dozvoliti monopol opskrbljivača električnom energijom“ koji je odabralo 58,6 ispitanika, što nam govori u nepovjerenje i nezadovoljstvo ispitanika u opskrbljivača električnom energijom koji je dobio zadatak stvaranja ugovora sa korisnicima koji žele prodavati el. energiju. Također, s tim odgovorom se može iščitati mišljenje kako mnogima nije jasno kako će se održati opskrbljivač kada bi svaka kuća bila samoodrživa. „Ne“ je odgovorilo samo 10,8% posto ispitanika što se može pojasniti kao vrsta pesimizama. Ostali su ispitanici dali svoje odgovore, a neki od tih odgovora su:

1. „Ukoliko čovječanstvo želi živjeti u budućnosti u normalnim uvjetima, da i neophodno je“
2. „Samoodrživo doslovno nije moguće. Neto neutralno cca može.“
3. „mora biti“
4. „To je već sadašnjost“
5. „Moguće je ali uz puno znanja i poznatosti samog sustava“
6. „Samo u granicama normale. Doći će do velikih problema ako svi budu htjeli zarađivati na proizvodnji ele. energije, jer se trenutno niti jedna zemlja nije uhvatila u koštac sa reciklažom istrošenih panela i baterija“

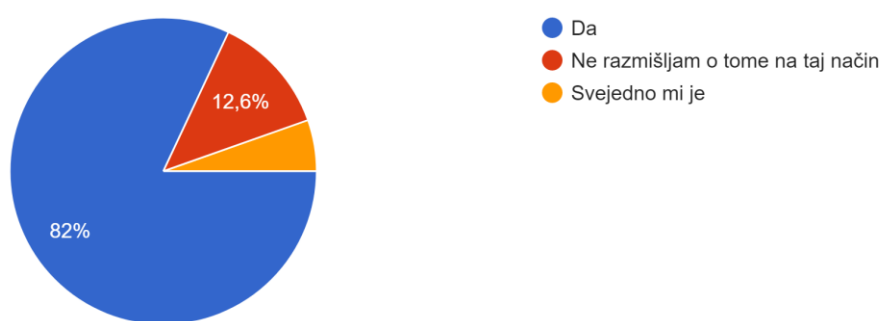
Ovi odgovori dokazuju razmišljanje ispitanika koji su malo više upoznati s problematikom, može se reći da razmišljaju na čak malo višoj razini.

#### 4.2.5. Stvara li vam pomisao na energetska samostalnost doma ugodan osjećaj bezbrižnosti?

Odgovori koje smo ponudili su: „da“, „ne razmišljam o tome na taj način“ i „svejedno mi je“...

Stvara li vam pomisao na energetska samostalnost doma ugodan osjećaj bezbrižnosti?

111 odgovora



Slika 4.5, anketno pitanje 5.

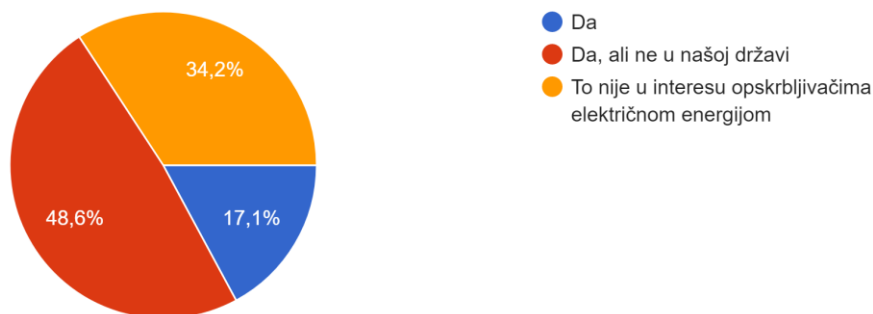
82% ispitanika je odgovorilo da im pomisao na energetska samostalnost pruža osjećaj bezbrižnosti. To je i logično jer čekaju nas sve skuplji energenti, a i danas su skupi, što ljudima odvaja dosta novaca od plaće. Primjerice umirovljenicima je vrlo teško odvajati skoro pola mirovine na energente, pogotovo ako su korisnici zajedničke toplane. 12,6% ispitanika ne razmišlja na taj način. Dakle, oni moguće ne smatraju bezbrižnost toliko važnom koliko im je važna ekologija ili jednostavno su prihvatili da smo ovisni o energentima. 5,4% ispitanika je dogovorilo sa odgovorom „svejedno mi je“, što znači da se ta manjina odlučila na plaćanje skupih energenata a i vjerojatno im to ne stvara veliki trošak jer imaju dovoljno novaca.

#### 4.2.6. Smatrate li da postoji dovoljno volje kako bi kuće postale energetske neovisne?

Ponuđeni odgovori bili su: „da“, „da, ali ne u našoj državi“ i „to nije u interesu opskrbljivačima električnom energijom“.

Smatrate li da postoji dovoljno volje kako bi kuće postale energetske neovisne?

111 odgovora



Slika 4.6, anketno pitanje 6.

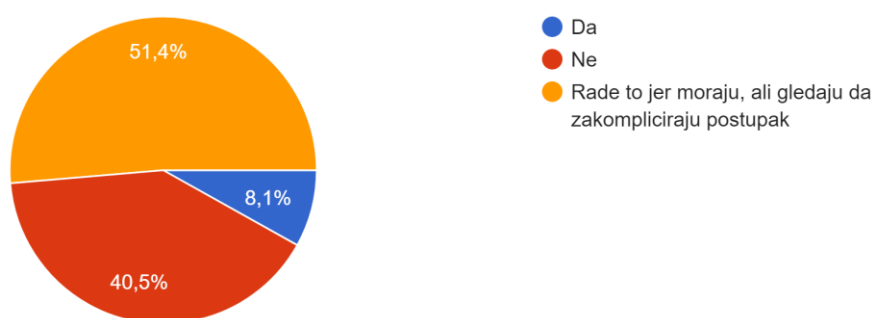
Najviše je ispitanika odgovorilo s odgovorom; „da, ali ne u našoj državi“ (48.6%) što nam ukratko govori da se nema velikog povjerenja u volju države na energetske samostalnost. 34,2% ispitanika je dogovorilo također s jednim odgovorom bez povjerenja u situaciju u našoj državi, te se ponovno javlja logično pitanje: „gdje tu zarađuje opskrbljivač“? Na kraju samo 17,1% je onih optimističnih ispitanika koji misle da sve ide svojim tokom i da ima dovoljno volje.

#### 4.2.7. Smatrate li da država dovoljno potiče energetska samostalnost?

Ponuđeni odgovori su bili: „da“, „ne“ i „rade to jer moraju, ali gledaju da zakompliciraju postupak“.

Smatrate li da država dovoljno potiče energetska samostalnost?

111 odgovora



Slika 4.7, anketno pitanje 7.

Odmah vidimo zanimljiv ponuđeni odgovor, koji donosi čak 51,4 posto. Dakle 51,4% ispitanika misli da su u našoj državi poticaji samo zbog uputa iz Europske Unije, no da i dalje rade sve da zakompliciraju iste.

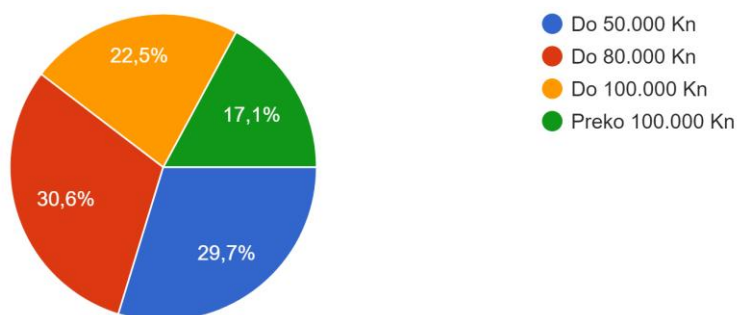
Zašto je takvo mišljenje kod većine? Pa vrlo su vjerojatno pokušali dobiti poticaje, no zapeli su na mnogo mjesta što se tiče državne uprave. 40,5% ispitanika misli da država uopće ne daje poticaja i volje koliko bi trebala, u našoj državi koja ima mnogo sunčanih sati. Samo 8,1% ispitanika, zadovoljno je sa radom države i poticajima.

#### 4.2.8. Koliko bi bili spremni uložiti u energetska samostalnost:

Odgovori koje smo ponudili bili su: „do 50.000Kn“, do „80.000Kn“, „do 100.000kn“ i „preko 100.000Kn“.

Koliko bi bili spremni uložiti u energetska samostalnost:

111 odgovora



Slika 4.8, anketno pitanje 8.

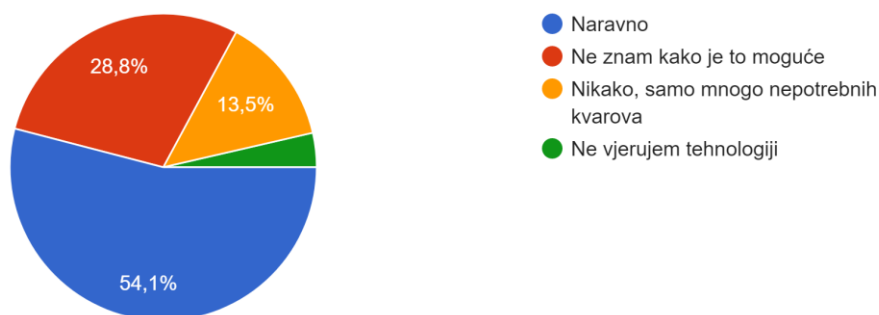
Najviše je ispitanika (30,6%) dogovorilo da bi bilo spremno uložiti do 80.000 Kn, a blizu su i oni ispitanici koji bi bili spremni odvojiti do 50.000Kn. To su i realni odgovori za neka hrvatska primanja i povrat investicije u barem desetak godina. Uz samostalnu ugradnju, takav budžet bio bi dovoljan za implementaciju fotonaponskog sustava koji bi pokrивao barem 70% električne energije. To bi uvelike uštedilo mjesečna izdavanja na električnu energiju. Najmanje je ispitanika spremno potrošiti preko 100.000 kuna, a nažalost danas je potrebno izdvajanje dosta preko 100.000Kn kako bi naš dom barem bio blizu energetske neovisnosti. Tu bi nam uvelike trošak povećale skupe LiFePo4 baterije.

#### 4.2.9. Smatrate li da nam pametne kuće daju više slobodnog vremena?

Ponuđeni odgovori su: „naravno“, „ne znam kako je to moguće“, „nikako“, „samo mnogo nepotrebnih kvarova“ i „ne vjerujem tehnologiji“.

Smatrate li da nam pametne kuće daju više slobodnog vremena?

111 odgovora



Slika 4.9, anketno pitanje 9.

Najviše je ispitanika odgovorilo sa odgovorom „naravno“ što znači da su ti ispitanici upoznati i da su razmišljali o blagodatima automatizirane pametne kuće. Nema više loženja, čišćenja pepela, otključavanja vrata, traženje podataka (sve se može glasovnim naredbama). 28.8% ispitanika ne zna, odnosno još ne vidi i nije svjesno koliko možemo dobiti slobodnog vremena kad ne radimo neke uobičajene stvari koje nas živciraju (cijepanje drva). 13,5% ispitanika misli da je toliko tehnologije na jednom mjestu zajedno sa računalom, jedan krivi spoj koji je podložan kvarovima i greškama. Samo 3,6% ispitanika uopće ne vjeruje tehnologiji.



#### 4.2.10. Jesu li pametne i samoodržive kuće bliža ili dalja budućnost?

Odgovori koje smo ponudili su: „bliža, jer je to neizbježno radi opstanka čovječanstva“, „dalja, „jer o tome se samo priča, ali ništa ne poduzima“ i „ ne zanima me, ja sam zadovoljan sa sadašnjom kućom“.

Jesu li pametne i samoodržive kuće bliža ili dalja budućnost?

67 odgovora



Slika 4.10, anketno pitanje 10.

Najviše (55,2%) je ispitanika odgovorilo kako je to bliža tehnologija jer je to nužno radi opstanka čovječanstva. To su ispitanici koji idu u korak sa trendovima, barem čitajući o tome i planirajući skorašnju implementaciju barem solarne energije u svoj dom. Za ispitanike koji su odgovorili da je to dalja budućnost jer se o tome samo priča, ali ništa ne poduzima, ne možemo reći da ne znaju o toj tehnologiji ništa, nego baš suprotno, oni su nešto više istraživali i u njima postoji velika želja da se čim prije takva tehnologija implementira širom zemlje. No, jasno im je da to ne ide tako brzo. 11,9% ispitanika ne zanima ništa u vezi s pametnim i samoodrživim, zadovoljni su i žive onako kako ih sustav traži. Nemaju posebne želje za ekologijom i samostalnim izvorima energije, a nije im bitna ni ušteda.

### 4.3. Zaključak sprovedene ankete

Nakon sprovedene ankete možemo zaključiti kako smo iznenađujuće oduševljeni odgovorima. Jasno se može iščitati da velika većina ljudi poznaje tehnologiju solarne energije, pametne kuće i samoodržavanja. Uglavnom su tu odgovori preko 50% što je vrlo pozitivno. Možemo zaključiti kako ljudi dosta pričaju o tome, pogotovo u ovo zadnje vrijeme kada kruži priča o poskupljenju plina za grijanje i električne energije.

Također se može primijetiti kako dosta ispitanika ima loše mišljenje o opskrbljivačima električne energije i potpisivanju ugovora s njima. Ispitanici nisu zadovoljni ni angažmanom same države i ministarstava, te smatraju kako naša Država Hrvatska, sve to radi zbog naputaka Europske Unije, no opet je dobivanje dozvola za prodaju električne energije jako zakomplicirano, kao da se želi otežati, da se javi osjećaj kako je to zahtjevno i bolje ne započeti.

Opet postoji broj ispitanika koji malo znaju o tehnologijama koje opisujemo, ispitanici koji su drugačijih pogleda i zanimanja, pa ne razumiju ono osnovno što pruža samoodrživosti ili barem djelomično smanjenje računa. Naš je cilj da ovaj rad pokrene i te ispitanike, kako bi im približilo tehnologije i navelo da počinju drugačije razmišljati. Naravno da nam nije cilj nametati svoje mišljenje, zapravo cilj nam je dati podršku i pojasniti svojim primjerom kako ništa nije tako daleko i teško.

## Zaključak

Cilj ovog rada je bio da netko tko je ravnodušan na pojam samoodrživog ili vidi solarni sustav odnosno pametnu samoodrživu kuću kao jedan veliki trošak, promijeni mišljenje i uvidi na sve prednosti koje smo pokazali kroz ovaj rad. Sve je prikazano na jednom realnom primjeru, na primjeru vlastitog projekta, kuće koja je na dobrom putu da bude potpuno samoodrživa. To je trud pojedinca koji ne želi svoj rad i otkrića i svoje učenje na greškama zadržati samo za sebe, nego želi svoj rad podijeliti sa drugima.

Takav nesebičan način, dijeljenja vlastitih iskustava pomaže ljudima, ali ih i ne smatra lošima ako nisu zainteresirani ili ne znaju ništa o tim tehnologijama. Dapače, svatko ima svoja zanimanja, hobije i poglede na svijet. Također, nismo svi u mogućnosti samostalno implementirati takve komplicirane sustave i to upravo iz razloga što smo svi različiti zanimanja i interesiranja. Ovdje smo da ugradimo takve sustave svojim bližnjima ili im samo pokažemo na vlastitom primjeru kako nešto funkcionira. Iz iskustva se može reći da je mnogo ljudi, prijatelja promijenilo mišljenje i više se zainteresiralo kada su vidjeli samoodrživu kuću na dijelu. Mnogi su pokazali još više interesiranja kada su im predočeni vrlo mali računi za energente.

Svejedno, kada se opiše sav trud i cijena sve tehnologije, mnogi nakon svog ushićenja, vrlo brzo spuste euforiju i shvate da si ne mogu to samo tako priuštiti.

Sve su naše nade usmjerene na pojeftinjenje tehnologije za pretvaranje solarne energije u električnu i toplinsku, što se i može primijetiti u zadnjih dvije godine. Naravno, velika je želja da se država uključi još više u poticanje samoodrživog.

## 5. Literatura

Internet izvori:

- [1] <https://www.renovablesverdes.com/hr/podrijetlo-i-povijest-fotonaponske-solarne-energije/> (dostupno 20.5.2022)
- [2] <https://www.smithsonianmag.com/sponsored/brief-history-solar-panels-180972006/> (dostupno 1.6.2022)
- [3] <https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm> (dostupno 1.6.2022)
- [4] [https://www.bellsystemmemorial.com/belllabs\\_photovoltaics.html](https://www.bellsystemmemorial.com/belllabs_photovoltaics.html) (dostupno 2.6.2022)
- [5] [http://www.vintagecalculators.com/html/sharp\\_el-8026.html](http://www.vintagecalculators.com/html/sharp_el-8026.html) (dostupno 2.6.2022)
- [6] [https://aquatechn.com/hr/otoplenie/alt\\_otoplenie/solnechnye-batarei.html](https://aquatechn.com/hr/otoplenie/alt_otoplenie/solnechnye-batarei.html)
- [7] <https://solarno.net/razlike-izmedju-monokristal-i-polikristal-solarnih-panela/>
- [8] <http://www.baterije.org/komponente%20solarnih%20sistema.html>
- [9] <https://solarno.net/razlike-izmedju-monokristal-i-polikristal-solarnih-panela/>
- [10] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Thin\\_Film\\_Flexible\\_Solar\\_PV\\_Installation\\_2.JPG/1280px-Thin\\_Film\\_Flexible\\_Solar\\_PV\\_Installation\\_2.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG/1280px-Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG)
- [11] <https://solarno.net/inverter-za-solarne-elektrane/>
- [12] <https://uawildoleft.com/pitanja/1860-%C5%A1to-je-inverter-vrste-i-principi-rada.html>
- [13] <https://lightingequipmentsales.com/what-is-the-difference-between-pwm-and-mppt-charge-controllers.html>
- [14] <https://www.amp-solar.com/regulator30amppt/hr>
- [15] <https://www.wikihow.com/Choose-a-Solar-Inverter>
- [16] [https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi\\_Controller\\_UG.pdf](https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_Controller_UG.pdf)
- [17] <https://www.raspberrypi.org/>
- [18] <https://www.amp-solar.com/solaragm230/hr>
- [19] <https://kabe.space/blog/auto-moto/vrste-akumulatora-i-sve-sto-niste-znali-o-njima/>
- [20] <https://www.lithium-battery-factory.com/hr/lithium-battery-types/>
- [21] [https://www.victronenergy.com/live/battery\\_compatibility:pylontech\\_phantom](https://www.victronenergy.com/live/battery_compatibility:pylontech_phantom)

## Popis slika

Slika 1.1 Početni paket za pametne kuće.....	11
Slika 1.2 Hibridni IAD ( <a href="https://abload.de/image.php?img=img_20190428_094816ugkwu.jpg">https://abload.de/image.php?img=img_20190428_094816ugkwu.jpg</a> ).	13
Slika 1.3 robotski čistač.....	14
Slika 1.4 mapiranje kuće .....	14
Slika 1.5 Podaci potrošnje i proizvodnje solarne pametne kuće u 2022 godini .....	16
Slika 1.6 Proizvodnja električne energije po najmanje osunčanim mjesecima .....	17
Slika 1.7 Raspberry Pi, mini računalo ( <a href="https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b">https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b</a> ).....	18
Slika 1.8 Bežična WiFi sklopka za ormarić sa osiguračima ( <a href="https://ae01.alicdn.com/kf/Heb70628abb434fb78fbb2afc503f32b2H/3-phase-80A-Din-Rail-WIFI-Circuit-Breaker-Smart-Switch-Remote-Control-by-Ewelink-APP-for.jpg_Q90.jpg_.webp">https://ae01.alicdn.com/kf/Heb70628abb434fb78fbb2afc503f32b2H/3-phase-80A-Din-Rail-WIFI-Circuit-Breaker-Smart-Switch-Remote-Control-by-Ewelink-APP-for.jpg_Q90.jpg_.webp</a> ) .....	20
Slika 1.9 bežična solarna kamera za potpunu slobodu instalacije ( <a href="https://www.powerplanetonline.com/cdnassets/camara_seguridad_ip_escam_qf280_solar_1080p_355_wifi_01_1.jpg">https://www.powerplanetonline.com/cdnassets/camara_seguridad_ip_escam_qf280_solar_1080p_355_wifi_01_1.jpg</a> ) .....	20
Slika 2.1 instalacija solarnih ćelija Charles Fritts-a 1883. godine ( <a href="https://th-thumbnailer.cdn-si-edu.com/lyr-ZTDMFJkMjfh2RnM_Wg1uWkw=/fit-in/1072x0/https://tf-cmsv2-smithsonianmag-media.s3.amazonaws.com/filer/10/1f/101f7588-9fbf-4656-bcf7-932d12862abc/first_so">https://th-thumbnailer.cdn-si-edu.com/lyr-ZTDMFJkMjfh2RnM_Wg1uWkw=/fit-in/1072x0/https://tf-cmsv2-smithsonianmag-media.s3.amazonaws.com/filer/10/1f/101f7588-9fbf-4656-bcf7-932d12862abc/first_so</a> ).....	22
Slika 2.2 prve solarne ćelije iz laboratorija Bells 1954. godine ( <a href="https://www.bellsystemmemorial.com/images/1954_solar2.jpg">https://www.bellsystemmemorial.com/images/1954_solar2.jpg</a> ) .....	23
Slika 2.3 Prvi solarni kalkulator Sharp EL-8026 sprijeda ( <a href="http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026_1.jpg">http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026_1.jpg</a> ) .....	23
Slika 2.4 Prvi solarni kalkulator Sharp EL-8026 odzad gdje su solarne ćelije ( <a href="http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026_3.jpg">http://www.vintagecalculators.com/assets/images/SharpEL8026_3.jpg</a> ) .....	23
Slika 2.5 monokristalni paneli .....	25
Slika 2.6 Polikristalne ćelije i njihova struktura ( <a href="http://www.baterije.org/akcija/SOLAR/polikristalne-celije.jpg">http://www.baterije.org/akcija/SOLAR/polikristalne-celije.jpg</a> ) .....	26
Slika 2.7 Razlike između monokristalnog i polikristalnog fotonaponskog panela ( <a href="https://cdn-bboen.nitrocdn.com/sHHHDkIDuEUMOOyBLjWrIIQAmUlkYkV/assets/static/optimized/rev-5534393/wp-content/uploads/2021/01/razlike-izmedju-monokristal-i-polikristal-solarnih-panela.jpg">https://cdn-bboen.nitrocdn.com/sHHHDkIDuEUMOOyBLjWrIIQAmUlkYkV/assets/static/optimized/rev-5534393/wp-content/uploads/2021/01/razlike-izmedju-monokristal-i-polikristal-solarnih-panela.jpg</a> ) .....	27

Slika 2.8 amorfni fotonaponski paneli ( <a href="https://aquatechn.com/wp-content/uploads/2014/12/solnechnue-batarey4.jpg">https://aquatechn.com/wp-content/uploads/2014/12/solnechnue-batarey4.jpg</a> ) .....	28
Slika 2.9 Fleksibilnost i praktičnost polimernih ćelija ( <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG/1280px-Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG/1280px-Thin_Film_Flexible_Solar_PV_Installation_2.JPG</a> ) .....	29
Slika 2.10 Običan strujni inverter ( <a href="https://cdn5.uawildoleft.com/guru/chto-takoe-invertor-raznovidnosti-i-pricip-raboty_5_1.jpg">https://cdn5.uawildoleft.com/guru/chto-takoe-invertor-raznovidnosti-i-pricip-raboty_5_1.jpg</a> ) .....	30
Slika 2.11 Solarni regulator punjenja ( <a href="https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/Thumbs/30a_mppt.jpg">https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/Thumbs/30a_mppt.jpg</a> ) .....	31
Slika 2.12 Grid tie (mrežni) inverter spojen na mrežu ( <a href="https://sunelec.com/zero-export-grid-tie/">https://sunelec.com/zero-export-grid-tie/</a> ) .....	33
Slika 2.13 Samostalni tip pretvarača, sa primjerom spojenih ulaza i izlaza ( <a href="https://www.wikihow.com/Choose-a-Solar-Inverter">https://www.wikihow.com/Choose-a-Solar-Inverter</a> ) .....	34
Slika 2.14 Hibridni pretvarač s primjerom spajanja na mrežu i kuću .....	35
Slika 2.15 mapa Unifi pristupnih točaka sa kontrolerom na računalu ( <a href="https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_Controller_UG.pdf">https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_Controller_UG.pdf</a> ) .....	37
Slika 2.16 WiFi upravljiva led žarulja ( <a href="https://m.media-amazon.com/images/I/613+ydtxxtS._AC_SX425_Pibundle-4,TopRight,0,0_SH20_.jpg">https://m.media-amazon.com/images/I/613+ydtxxtS._AC_SX425_Pibundle-4,TopRight,0,0_SH20_.jpg</a> ) ..	38
Slika 2.17 Pametni prekidač za ormare s osiguračima ( <a href="https://www.electricaltechnology.org/wp-content/uploads/2019/11/Smart-WiFi-Circuit-Breaker-Automatic-Remote-Control-Protection.jpg">https://www.electricaltechnology.org/wp-content/uploads/2019/11/Smart-WiFi-Circuit-Breaker-Automatic-Remote-Control-Protection.jpg</a> ) .....	39
Slika 2.18 WiFi Prekidač kao zidna utičnica ( <a href="https://ae01.alicdn.com/kf/S9383232c517c4c6085daa8b771cd5332S/Smart-WiFi-Power-Plug-Electrical-Outlet-EU-US-AU-UK-GE-JP-Socket-USB-Time-Remote.jpg_Q90.jpg_.webp">https://ae01.alicdn.com/kf/S9383232c517c4c6085daa8b771cd5332S/Smart-WiFi-Power-Plug-Electrical-Outlet-EU-US-AU-UK-GE-JP-Socket-USB-Time-Remote.jpg_Q90.jpg_.webp</a> ).....	40
Slika 2.19 Wi-Fi pametni senzor pokreta .....	41
Slika 2.20 Solarna WiFi kamera .....	42
Slika 2.21 Pogled kroz solarnu WiFi kameru na solarne panele .....	43
Slika 2.22 Raspberry pi računalo unutar sustava .....	44
Slika 2.23 SolarPower software za programiranje i praćenje pretvarača .....	45
Slika 2.24 SolarPover okno za programiranje pretvarača .....	46
Slika 2.25 Upravljačko okno ICC softvera .....	46
Slika 2.26 Opcije kontrole releja u nuutar ICC softvera .....	47
Slika 2.27 USB relejna pločica kompatibilna sa ICC softverom .....	48

Slika 2.28 Kiselinski (mokri) olovni akumulator ( <a href="https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/01_akumulator.jpg">https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/01_akumulator.jpg</a> ) .....	49
Slika 2.29 AGM tip olovnog akumulatora ( <a href="https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/solar_agm_230ah.jpg">https://www.amp-solar.com/media/SlikeIT/solar_agm_230ah.jpg</a> ) .....	50
Slika 2.30 Primjer GEL tipa akumulatora ( <a href="https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/06_gelni_akumulator.jpg">https://kabe.space/wp-content/uploads/2017/12/06_gelni_akumulator.jpg</a> ) .....	51
Slika 2.31 LiFePo4 Pylontech baterija 48V ( <a href="https://www.victronenergy.com/live/_media/battery_compatibility:pylontech_battery.png">https://www.victronenergy.com/live/_media/battery_compatibility:pylontech_battery.png</a> ) .....	53
Slika 3.1 Stanje kuće prije postavljanja termo fasade .....	54
Slika 3.2 slika nakon postavljene termo fasade od 15 cm .....	55
Slika 3.3 Kuke za nosače solarnih panela ( <a href="https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/h/k/hk2_1.png">https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/h/k/hk2_1.png</a> ) .....	56
Slika 3.4 Aluminijski nosač, izgled profila ( <a href="https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/l/aluminijski_profil_p1_0_2.png">https://neutrinometali.hr/media/catalog/product/cache/1/image/480x360/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/l/aluminijski_profil_p1_0_2.png</a> ) .....	57
Slika 3.5 aluminijski nosač na "kuki" .....	58
Slika 3.6 Hibridni pretvarač koji se koristi .....	59
Slika 3.7 Solarni pretvarači u trofaznom sustavu .....	60
Slika 3.8 Solarne vakumske tube za zagrijavanje vode .....	61
Slika 3.9 Akumulacija tople potrošne vode od 400 litara .....	61
Slika 3.10 još neugrađena dizalica topline .....	63
Slika 3.11 akumulacija topline za grijanje - pufer .....	64
Slika 3.12 Ventilokonvektor za grijanje .....	64
Slika 3.13 LiFePo4 sustav baterija .....	66
Slika 3.14 informacije o baterijama unutar centralnog sustava za upravljanje .....	67
Slika 3.15 početni zaslon solarnog sustava .....	68
Slika 3.16 ICC Advanced Power Management dio sustava za automatizaciju kuće .....	70
Slika 3.17 VNS Viwer, program za udaljeni pristup serveru .....	71
Slika 3.18 zidni uređaji za kontrolu grijanja i PTV-a .....	72
Slika 3.19 GPIO Power Management Control .....	73
Slika 3.20 GPIO izlazi na RPI računalu, <a href="https://www.bigmessowires.com/wp-content/uploads/2018/05/Raspberry-GPIO.jpg">https://www.bigmessowires.com/wp-content/uploads/2018/05/Raspberry-GPIO.jpg</a> .....	74
Slika 3.21 Način spajanja RPI uređaja i relejne ploče uz pomoć GPIO izlaza/ulaza .....	74

Slika 3.22 Home Assistant početni ekran <a href="https://mediaexperience.com/wp-content/uploads/2020/07/A902C12E-82A1-42FD-AA05-038C064F6645-scaled.jpeg">https://mediaexperience.com/wp-content/uploads/2020/07/A902C12E-82A1-42FD-AA05-038C064F6645-scaled.jpeg</a> ) .....	75
Slika 4.1, anketno pitanje 1. ....	79
Slika 4.2, anketno pitanje 2. ....	80
Slika 4.3, anketno pitanje 3. ....	81
Slika 4.4, anketno pitanje 4. ....	82
Slika 4.5, anketno pitanje 5. ....	83
Slika 4.6, anketno pitanje 6. ....	84
Slika 4.7, anketno pitanje 7. ....	85
Slika 4.8, anketno pitanje 8. ....	86
Slika 4.9, anketno pitanje 9. ....	87
Slika 4.10, anketno pitanje 10. ....	88





**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, BOJAN GRKOVIC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom TEHNOLOGIJA I STAVANJE PAHETIJE I SAPOODRŽIVE KUĆE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

BOJAN GRKOVIC

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, BOJAN GRKOVIC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom TEHNOLOGIJA I STAVANJE PAHETIJE I SAPOODRŽIVE KUĆE (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

BOJAN GRKOVIC

(vlastoručni potpis)