

SVEUČILIŠTE U RIJECI
STUDIJ POLITEHNIKE

Završni rad
Autonomna kuća

Antonio Bogosavljev

Rijeka, 2019.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
STUDIJ POLITEHNIKE

Završni rad
Autonomna kuća

Mentor:

Student:

Izv. prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger dipl. ing. Antonio Bogosavljev

Rijeka, 2019.

Sveučilište u Rijeci
STUDIJ POLITEHNIKE
Povjerenstvo za završne i diplomske radove

U Rijeci, 3. travnja 2018. godine

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: Antonio Bogosavljev

Naziv zadatka: Autonomna kuća

Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:

Obraditi koncept autonomne obiteljske ili višestambene kuće u našem podneblju kako s gledišta energije tako i vode, odvodnje i zbrinjavanja biootpada. Rezultat istraživanja prikazati na primjeru prilagodbe konvencionalne kuće u autonomnu uz prikaz prednosti za korisnika i okoliš.

U završnom se radu obavezno treba pridržavati **Uputa o izradi završnog rada.**

Zadatak uručen pristupniku: 3. travnja 2018.

Rok predaje završnog rada: 1. lipnja 2018.

Datum predaje završnog rada:

Koordinator povjerenstva:

Doc. dr. sc. Damir Purković

Mentorica:

Doc. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger

Sažetak

U radu se prikazuju načini na koje se može izgraditi i opremiti autonomnu kuću na području Rijeke. Prikazano je koliko je važno pozicionirati kuću, kako bi se maksimalno iskoristila sunčeva energija. Sunčeva energija se u autonomnim kućama koristi kao izvor električne energije, te kao izvor za zagrijavanje vode i prostorija. Tehnologije koje omogućuje pretvorbu sunčeve energije u navedene izvore energije su solarni paneli, kolektori i destilator. Voda u autonomnim kućama se može prikupljati pomoću cisterni, bunara i plastičnih spremnika koji se mogu postaviti ispod zemlje ili na površini. Pitanje zbrinjavanja otpada se može riješiti na dva načina. Jedan način je kompostiranje, a drugi način je proizvodnjom bioplina. Mogu se koristiti suvremeni i tradicionalni građevinski materijali.

Ključne riječi: autonomna kuća, fotonaponski sustav, solarni kolektor, skupljanje kišnice, kompostiranje, bioplin, tradicionalni građevni materijali, Rijeka

AUTONOMOUS HOUSE

Summary

This paper presents ways in which an autonomous house in Rijeka region can be built and outfitted. It is shown how important it is to locate the house in order to maximize the use of solar energy. In autonomous houses, solar energy is used as a source of electricity and as a source for heating water and rooms. The technologies that enable the conversion of solar energy into the specified energy sources are solar panels, collectors and distillers. Water in autonomous houses can be collected using tanks, wells and plastic containers which can be positioned underground or on the surface. The issue of waste management can be addressed in two ways. One way is composting and the other way is by producing biogas. Modern and traditional building materials can be used.

Keywords: autonomous house, photovoltaic system, solar collector, rainwater collection, composting, biogas, traditional building materials, Rijeka

Sadržaj

Popis slika.....	7
Popis tablica.....	7
1. Uvod	8
2. Pojam autonomnih kuća	9
3. Pozicioniranje i upotreba obnovljivih izvora energije u autonomnoj kući	10
3.1 Pozicioniranje autonomne kuće	10
3.2 Sunčeva energija	11
3.2.1 Fotonaponski sustavi	11
3.2.2 Solarni kolektori	16
4 Opskrba vodom.....	17
4.1. Plastični spremnici.....	17
4.2 Cisterna	18
5.Uporaba otpada.....	19
5.1. Dobivanje komposta.....	19
5.2. Dobivanje bioplina.....	20
6. Uporaba materijala u građevini	22
6.1Opeka.....	22
6.2.. Prirodni kamen.....	22
6.3 Uporaba industrijska konoplje u građevini.....	23
6.3.1 Zidovi od konoplje.....	23
6.3.2. Izolacija od konoplje	23
6.4. Ostali materijali u građevini.....	24
6.4.1. Celuloza.....	24
6.4.2. Balirana slama.....	24
6.4.3. Bambus	24
6.4.4. Drvo.....	24
6.4.5. Građevinski blokovi od micelija gljiva.....	25
7.Moguća izvedba autonomne kuće u Rijeci.....	25
8. Zaključak.....	30
9. Literatura.....	31

Popis slika:

1. Prikaz autonomne kuće.....	9
2. Pozicija Sunca ljeti i zimi.....	10
3. Shematski prikaz samostalnog fotonaponskog sustava za ttrošila na istosmjernu struju.....	12
4. Shematski prikaz samostalnog fotonaponskog hibridnog sustava s generatorom.....	13
5 . Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije.....	13
6. Shematski prikaz sunčevog kolektora.....	16
7. Digestor.....	20
8. Shematski prikaz dobivanja bioplina.....	21
9. Zamišljeni prikaz autonomne kuće.....	25

Popis tablica:

1. Dobivena električna energija iz fotonaponskih sustava na području Republike Hrvatske	15
2. Kategorizacija za potrošnju električne energije [2].....	15
3. Podaci o sunčevom zračenje i količini energije na području Rijeke [3]. Kratice u tablici predstavljaju sljedeće: E_d - proizvodnja po danima, E_m - proizvodnja po mjesecima, H_d - dnevno Sunčevo zračenje na površinu, H_m - mjesečno Sunčevo zračenje na površinu.....	26
4.Količina padalina u Rijeci 2017 godine.....	27

1. Uvod

U suvremeno doba čovjek postaje sve svjesniji svojeg utjecaja na okoliš, odnosno koliko ga onečišćuje. Razvojem svijesti on počinje tražiti rješenja za čim manje onečišćenje okoliša. Takvim stavom je došao do novih načina uporabe različitih izvora energije, kao što su primjerice solarna, energija vjetra i hidroenergija.

Pogledom u prošlost svjedočimo da su ljudi koristili prirodne materijale za sve svoje potrepeštine, za gradnju kuće i sakupljanje kiše. Ovaj rad doprinosi tvrdnji da je i danas moguće koristiti samo prirodne materijale za življenje. Rješenje u ovakvom načinu življenja vidimo u izgradnji autonomnih kuća.

Autonomne kuće koriste različite izvore energije i sve to zahvaljujući modernoj tehnologiji. U današnje doba izgradnja autonomnih kuća više nije toliko skupa kao što je bila nekoć. Danas bilo koja osoba može izgraditi autonomnu kuću.

Cilj rada je prikazati kako autonomna kuća koristi sunčevu energiju za grijanje preko pročelja i također za dobivanje električne energije i tople vode. Autonomna kuća koristi bioplin za kuhanje, a u slučajevima kada se koristi više električne energije nego što solarni paneli mogu proizvesti, bioplin se koristi i za dobivanje električne energije. Bioplin se dobiva od organskog otpada. Što se tiče pitke vode, autonomna kuća ima svoj spremnik za vodu.

Svrha rada je prezentiranje novih ideja i mogućnosti, te načina na koji se mogu ostvariti novčane uštede na materijalima uz postizanje očuvanje okoliša.

2. Pojam autonomnih kuća

U današnje doba jedan od glavnih problema predstavlja nekontrolirano korištenje fosilnih goriva i povećanje emisija stakleničkih plinova. Takav standard življenja ostavlja određene posljedice, a jedna od njih je povećanje temperature zraka. Uslijed toga dolazi do povećanja temperature zraka i smanjenja ledenih pokrivača, odnosno povećanja razine mora. Kako bi se pokušala smanjiti potrošnja fosilnih goriva i proizvodnja velike količine CO₂, ljudi su osmislili novi način gradnje, a to je gradnja autonomnih kuća. Autonomne kuće se mogu graditi korištenjem tradicionalnih materijala. Glavna razlika između autonomne kuće i konvencionalne kuće je u tome da autonomna kuća ne ovisi o centraliziranoj infrastrukturi, po pitanju izvora energije i vode.

Alexander Pike (predavač na Sveučilištu u Cambridge-u) je 1972. godine u Stockholmu predstavio koncept autonomne kuće. On se usredotočio na postizanje cilja da kuća ne ovisi o lokalnim komunalijama [1].

Robert i Brende Vale 1975. godine objavljuju knjigu „The Autonomous House“ [2], u kojoj definiraju autonomnu kuću kao objekt koji ne koristi usluge vode, struje, kanalizacije i plina [2]. Po njihovoj definiciji autonomna kuća koristi energiju vjetra, sunca, kiše i koristi vlastiti otpad kao sirovinu (slika 1).

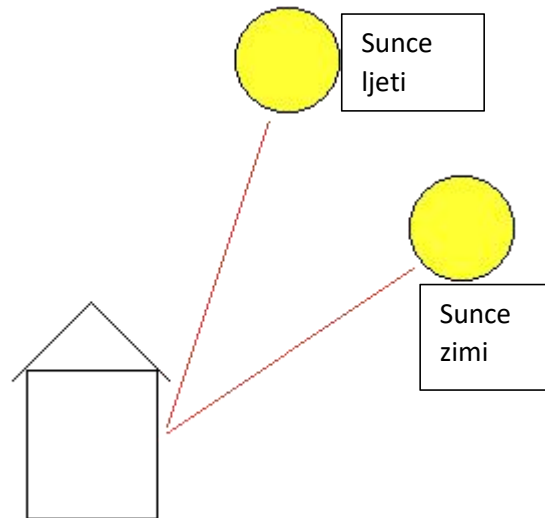


Slika 1. Prikaz autonomne kuće [1].

3. Pozicioniranje i korištenje obnovljivih izvora energije u autonomnoj kući

3.1 Pozicioniranje autonomne kuće

Kod autonomnih kuća, pročelje kuće mora gledati prema južnoj strani. Razlog tome je što Sunce zimi najviše obasjava južnu stranu, odnosno najviše ju zagrijava (slika 2.).



Slika 2. Pozicija Sunca ljeti i zimi [2].

Ljeti Sunce najviše obasjava istočnu i zapadnu stranu, a najmanje južnu. Autonomna kuća ima staklena pročelja kako bi se zimi što više zagrijava.

Što se tiče unutarnjeg rasporeda autonomne kuće važno je da se velike prostorije (primjerice: kuhinja, blagovaonica, dnevni boravak, itd.) pozicioniraju na južnu stranu, a manje prostorije na suprotnu stranu. Razlog takvog postavljanja prostorija je to što se veće prostorije teže zagrijavaju, za razliku od manjih prostorija.

3.2 Sunčeva energija

Sunce je važno za održavanje života, te za vrijeme i klimu. Zahvaljujući sunčevom zračenju dobivamo različite vrste izvora energije, a to su: hidroenergija, energija vjetra i termalna energija.

Sunce je izvor elektromagnetskog zračenja i jedan je od glavnih obnovljivih izvora energije. Energija koju Sunce oslobodi u jednoj sekundi je veća od energije koju je čovječanstvo iskoristilo tijekom svog postojanja. Ovakvim znanjem o Suncu znanost se bavi istraživanjem upotrebe sunčeve energije za rješavanje problema energetske krize.

U autonomnim kućama jedan od glavnih izvora energije je energije Sunca. Solarna energija se može koristiti na više načina primjerice za grijanje i za dobivanje električne energije pomoću sunčevih kolektora.

Republika Hrvatska ne koristi primjereno svoj potencijal, jer se primjerice po ugradnji sunčevih kolektora nalazi na samom dnu u Europi.

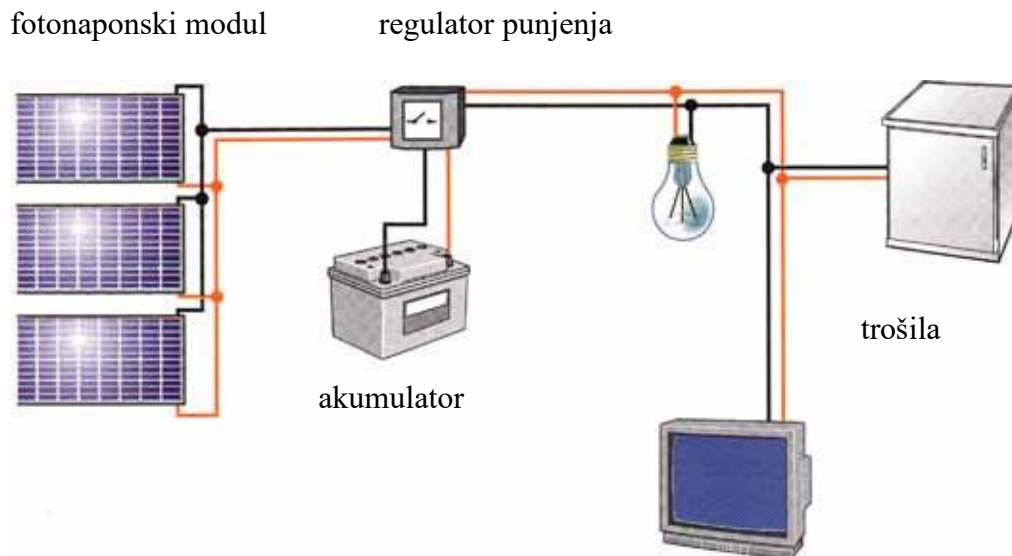
3.2.1 Fotonaponski sustavi

Fotonaponski sustavi pretvaraju energiju sunčevog zračenja u električnu energiju. Oni se mogu podijeliti u dvije kategorije, a to su: samostalni sustavi (off-grid) i sustavi koji su priključeni na električnu mrežu (on-grid). U ovom radu se analiziraju samostalni mali fotonaponski sustavi koji se ne spajaju na javnu električnu mrežu, a koriste se na autonomnim kućama kao rješenje za dobivanje električne energije [2].

Samostalni fotonaponski sustavi se dijele na samostalne fotonaponske sustave bez pohrane energije, samostalne fotonaponske sustave s pohranom energije i samostalne fotonaponske hibridne sustave.

Samostalni fotonaponski sustavi s pohranom energije se mogu podijeliti na obične uređaje, uređaje za male primjene, AC samostalne sustave i DC samostalne sustave.

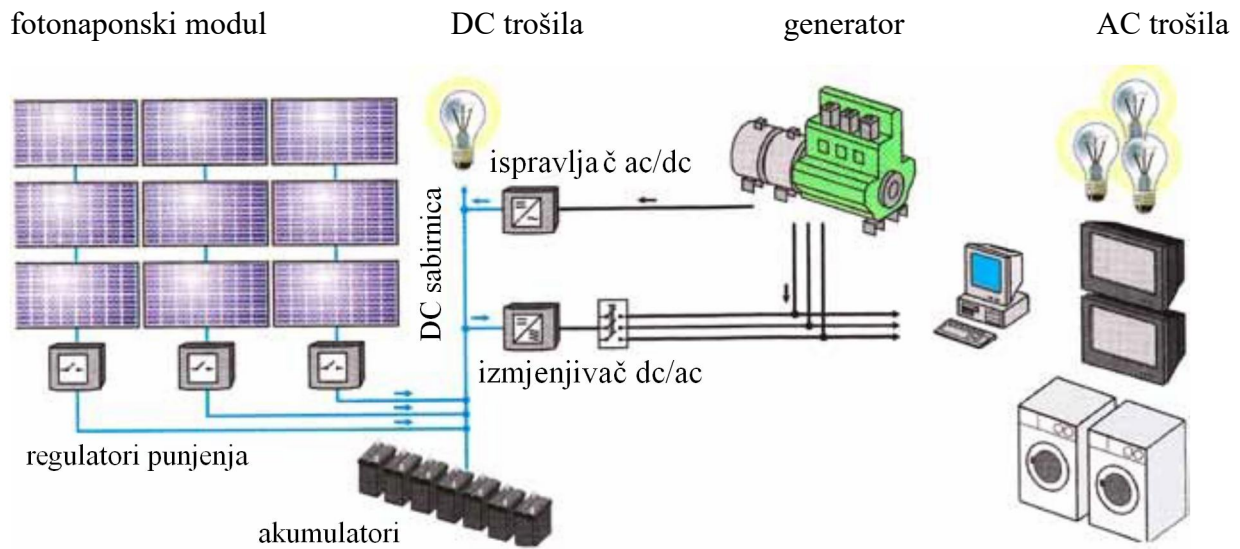
Samostalni fotonaponski hibridni sustavi mogu podijeliti na one s vjetroagregatom, s kogeneracijom, s dizel generatorom i s gorivnim člancima. Samostalni fotonaponski sustav se sastoji od fotonaponskog modula, regulatora punjenja, akumulatora i trošila (slika 3).



Slika 3. Shematski prikaz samostalnog fotonaponskog sustava za trošila na istosmjernu struju [3].

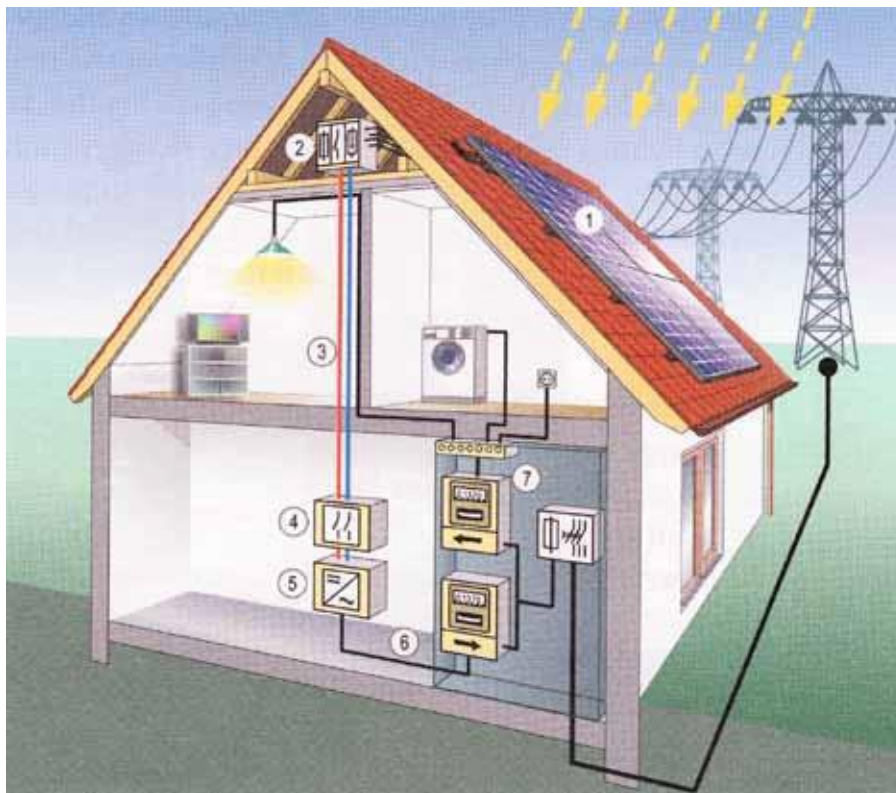
Ova shema prikazuje kako se prikupljena energija sunčevog zračenja pomoću fotonaponskih modula pretvara u električnu energiju i pohranjuje u akumulator. Iz akumulatora električna energija se prenosi trošilima koja ju iskorištavaju, odnosno pretvaraju u druge oblike energije, primjerice u svjetlosnu, mehaničku, toplinsku ili neku drugu energiju. Regulator punjenja služi da se akumulator ne pregrije i na takav način prouzroči štetu na sustavu.

Razlika između samostalnih fotonaponskih sustava s pohranom energije i samostalnih fotonaponskih hibridnih sustava je u tome što u hibridnim sustavima električna energija prvo napaja trošila, a tek nakon napajanja trošila se višak električne energije pohranjuje u akumulator. Kod hibridnih sustava, ako slučajno dođe do situacije da se ne može proizvoditi električna energija, onda se uzima energija iz akumulatora. Ako je akumulator prazan, pokreće se generator s pogonom na dizel ili biogorivo (slika 4).



Slika 4. Shematski prikaz samostalnog fotonaponskog hibridnog sustava s generatorom [4].

Danas se najčešće koriste fotonaponski sustavi koji su spojeni na javnu mrežu preko kućne instalacije (slika 5).



Slika 5. Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije [5].

Sustav sa slike ima na krovu fotonaponske module (1) koji su međusobno spojeni serijski ili paralelno, proizvode struju i povezani su s razdjelnim ormarićem (2). Vodovima (3) se električna energija provodi do transformatora (5), a prije toga prolazi kroz glavnu sklopku (4). U transformatorima se istosmjerna struja pretvara u izmjeničnu struju određene frekvencije, da se može dalje proslijediti u električnu mrežu. Izmjenična struja se prenosi u električnu mrežu, preko kabela izmjeničnog razvoda (6). U ovom sustavu još postoji brojilo za električnu energiju (7) koje računa koliko se energije predalo električnoj mreži i koliko se električne energije preuzelo iz električne mreže.

Za ovakav sustav se može izračunati ušteda, a formule su sljedeće:

Jednadžba za omjer učinkovitosti glasi:

$$PR = E_{st} / E_{fn} \quad (1)$$

gdje je:

PR - omjer učinkovitosti

E_{st} – stvarno dobivena energija iz fotonaponskog sustava, kWh

E_{FN} – dobivena energija iz fotonaponskih modula, kWh e

Dobivena energija iz fotonaponskih modula se izračunava korištenjem jednadžbe (2)

$$E_{fn} = E_z \cdot m \cdot \eta_m \cdot A = [kWh] \quad (2)$$

gdje je:

E_{fn} -dobivena energija iz fotonaponskih modula

E_z -upadna energija sunčeva zračenja na module (kWh/m²)

η_m – stupanj djelovanja modula

A_m – površina modula (m²)

Dobivenu energiju iz fotonaponskih modula se može dobiti i na drugi način, korištenjem podataka iz tablica. Tablica 1. daje podatke o električnoj energiji iz fotonaponskih sustava za neke hrvatske gradove.

Tablica 1. Dobivena električna energija iz fotonaponskih sustava na području Republike Hrvatske [1].

Grad	Upadna energija Sunčeva zračenja na nagnute module , $E_z, kWh/m^2$	Dobivena energija iz fotonaponskih modula, E_{FN}, kWh	Dobivena el. energija iz fotonaponskog sustava, E_{st}, kWh	Specifična godišnja proizvedena el. Energija kWh/kW_p
Zagreb	1 370	14 248	11 398	1 140
Zadar	1 660	17 264	13 811	1 381
Varaždin	1 330	13 832	11 066	1 107
Split	1 720	17 888	14 310	1 431
Sisak	1 350	14 040	11 232	1 123
Rijeka	1 470	15 288	12 230	1 223
Pula	1 580	16 432	13 146	1 315
Osijek	1 370	14 248	11 398	1 140
Hvar	1 780	18 512	14 810	1 481
Dubrovnik	1 710	17 784	14 227	1 423

Iz tablice 2. za kategorizaciju potrošnje energije po kućanstvima, vidljivo je da je količina energije koja se može dobiti na području Rijeke od 15.288 kWh dovoljna za vrlo velika kućanstva.

Tablica 2. Kategorizacija za potrošnju električne energije [2].

Razred potrošnje	Najniža potrošnja (kW/g)	Najviša potrošnja (kWh/g)
D _a -vrlo mala kućanstva		<1 000
D _b - mala kućanstva	1 000	<2 500
D _c - srednja kućanstva	2 500	<5 000
D _d -velika kućanstva	5 000	< 15 000
D _e -vrlo velika kućanstva	>15 000	

Povrat investicije u Rijeci se izračunava u nastavku.

Godišnja naknada za isporuku električne energije mreži izračunava se kako slijedi :

$$12230 kWh \times 0.37 kn / kWh = 45251 kn \quad (3)$$

gdje je 12230 kWh podatak iz tablice 1, a jedinična cijena 0.37kn/kWh je preuzeta iz tablice sa stranice Hepelektra (cijene električne energije u RH) za crni jednotarifni na trajanje ugovora od jedne godine [3]. Cijena investicije je 35 500.00 kn [5].

U ovu cijenu uključeni su fotonaponski moduli, pretvarač, kabel, konektor i nosači.

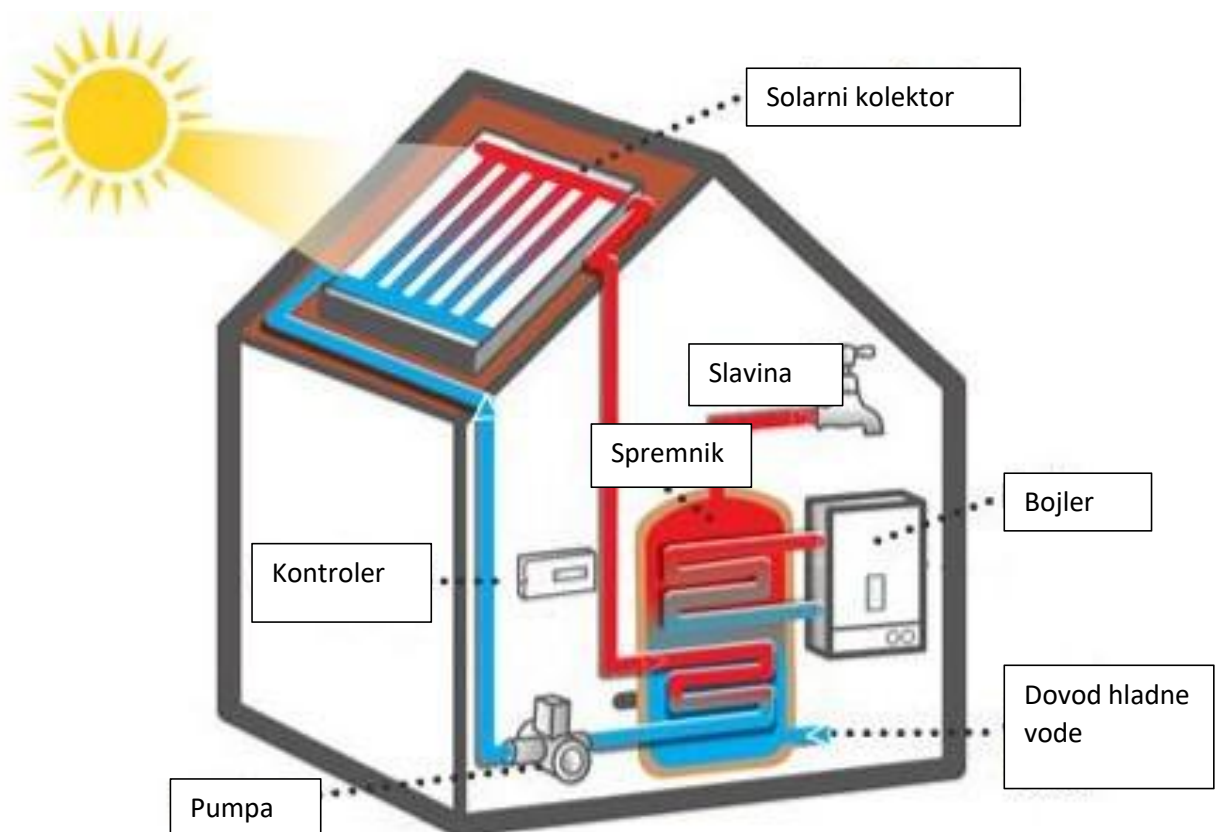
Vrijeme otplate se izračunava stavljanjem u odnos cijene investicije i godišnje naknade za isporuku električne energije i ono iznosi:

$$\frac{35500}{45251} = 0.78 \text{ godina} \quad (4)$$

3.2.2. Solarni kolektori

Uz fotonaponske kolektore se kod autonomnih kuća ugrađuju i solarni kolektori. Solarni kolektori služe za dobivanje tople vode i za grijanje kuće (slika 6).

Sunčev kolektor se sastoji od: solarnih kolektora, cijevi, pumpa, kontrolera, izolirani spremnik. Solarni kolektor radi tako da se fotonaponske ćelije zagrijevaju, a ispod njih se nalaze cijevi kroz koje prolazi voda. Cijevi se tako zagrijevaju preko fotonaponskih ploča, te dolazi do zagrijavanj vode u njima. Uz ovaj sustav se najčešće koristi još neki sustav za grijanje u slučaju da su vanjske temperature niske i da nema dovoljno sunčevog svjetla.



Slika 6 Shematski prikaz sunčevog kolektora [6].

4 Opskrba vodom

Bez vode se ne bi moglo živjeti, zato su se u prošlosti primjenjivali različiti načini prikupljanja vode. Neki od njih, koji se i danas koriste su cisterne i bunari. Kod autonomnih kuća koje se obrađuju u ovom radu koriste se cisterne. Glavni razlog zašto se koriste cisterne, a ne bunari je u tome što ako je zemljište veće od 5 ha potrebna je koncesija prema Zakonu o vodama. Koncesiju za izgradnju bunara izdaje Vodnogospodarski odjel (VGO) Hrvatskih voda. Ako se plaćaju koncesije, autonomna kuća prestaje biti autonomna.

4.1 Plastični spremnik

Za dobivanje vode koja se ne dobavlja putem gradske mreže mogu se koristiti plastični spremnici za spremanje kišnice. Glavni razlozi uporabe takvih spremnika su u njihovoj vodonepropusnosti, Kada su prazni nemaju veliku masu, ne mogu korodirati, izdržljivi su i ekonomični. Takvi spremnici su kockastog ili kuglastog oblika. U trgovinama se takve spremnike može naći po cijeni od 1500 kuna, a kapacitet im je 1055 litara, dimenzije su 100 cm širine, 120 cm duljine, 117 cm visine, a kada su prazni masa im je 25 kg. Ovakvi spremnici su građeni od polietilena visoke gustoće (PE-HD), koji zadovoljava sve uvjete za zadržavanje pitke vode.[9]

Prednost izgradnje spremnika polietilenom visoke gustoće su sljedeće: lagani, fleksibilni, otporni na koroziju, električni i toplinski izolatori, jednostavna i ekonomična proizvodnja i velika sloboda pri oblikovanju.

Postoje i određene mane kod uporabe polietilena visoke gustoće, a to su: maksimalna radna temperatura je 200 stupnjeva Celzijevih, materijal je zapaljiv, niska čvrstoća, mala otpornost na abrazijska trošenja.

Ako se kod proizvodnje plastičnih spremnika za vodu koristi plastika loše kvalitete može doći do promjene kemijskog sastava vode, a to može biti štetno za ljudsko zdravlje. Kod spremnika izgrađenih od plastike loše kvalitete, voda počinje poprimati drugačiji okus. Kratkoročno uporaba takve vode neće naškoditi, ali dugotrajnom upotrebom može doći do dalekosežnih posljedica za ljudsko zdravlje. Plastični spremnici za vodu se ne smiju puštati na Suncu, jer sunčeva svjetlost doprinosi da nakon određenog razdoblja počinju rasti alge. Pojavom algi u vodi voda postaje neupotrebljiva za daljnju uporabu. Voda iz ovakvih spremnika ne mora se koristiti samo za piće, može se koristiti za zalijevanje vrta, kuhanje, pranje robe i posuđa, itd.

4.2 Cisterna

Podzemni spremnici za vodu su izgrađeni kao i plastični spremnici od polietilena visoke gustoće. Razlika između spremnika je u obliku. Podzemni spremnici su valjkastog oblika, a krajevi su spojeni s polukuglama. Spremnici podzemne vode se postavljaju ispod zemlje i na takav način se čuva površina zemljišta. Zakopavanjem spremnika u zemlju se štiti spremnik od sunčeve svjetlosti i od zamrzavanja u slučaju kada se spremnik ugrađuje na neko područje na kojemu su temperature niske. Ovakvi spremnici imaju ugrađene cjevovode i pumpe, kako bi se mogli opskrbiti vodom.

Glavne prednosti podzemnog spremnika u odnosu na spremnik koji se nalazi iznad tla je u tome da: u podzemne spremnike ne prodire sunčeva svjetlost i tako se sprječava rast algi u vodi, temperatura vode se može održavati na visini od šest do sedam stupnjeva Celzijevih tijekom cijele godine. Na takvoj temperaturi se alge ne mogu pojaviti ni u mračnim područjima. Ovakva mogućnost garantira kvalitetnu vodu tijekom cijele godine, gornji prostor na kojem bi se nalazio spremnik može se upotrijebiti za druge stvari.

Podzemni spremnici se najčešće označavaju gdje se nalaze, a razlog je da se kod obrade zemlje spremnik ne ošteti.

Cijena ovakvog spremnika je 7 800 kuna [10], a njegove specifikacije su sljedeće:

- Masa je 180 kilograma (dok je prazan)
- Kapacitet je 5000 litara
- Dužina spremnika je 245 cm
- Širina spremnika je 180 cm
- Visina spremnika je 200 cm

Plastični spremnici koji se postavljaju na površinu su dugog vijeka trajanja i mogu se u cijelosti reciklirati. Podzemni spremnici mogu biti i od drugih materijala primjerice od betona, ali spremnici od polietilena visoke gustoće su bolji, jer im je unutarnja stijenka spremnika glađa i nečistoće se ne mogu hvatati na stijenku. Ako se uzme da je prosječna potrošnja vode 4,5m³ mjesečno[8], potreban je jedan spremnik po osobi.

5 Uporaba otpada

U današnje vrijeme jedan od glavnih problema je pitanje otpada. Otpad je štetan za okoliš i pojavljuje ga se sve više. Ljudi su došli do rješenja kojim bi mogli smanjiti povećanje otpada u okolišu, a to rješenje je upotreba biootpada za kompost i recikliranje ostalog otpada. Otpad se može podijeliti u više kategorija, a neke od njih su komunalni i tehnološki, te na opasni, interni i neopasni otpad.

Komunalni otpad je otpad koji nastaje u kućanstvu i isti otpad koji nastaje u gospodarstvu, dok se tehnološki otpad razlikuje po kemijskim i fizikalnim svojstvima od komunalnog otpada. Ove vrste otpada nastaju u kućanstvu i gospodarstvu.

U autonomnim kućama otpad se može iskoristiti na više načina, a neki od njih su: dobivanje komposta, dobivanje biogoriva koje se može koristiti za kuhanje i za dobivanje električne energije.

5.1 Dobivanje komposta

Kompost je rezultat kompostiranja, a kompostiranje je proces kojim se organski otpad pretvara u organsko gnojivo. Pomoću kompostiranja možemo se riješiti organskog otpada i u isto vrijeme obogatiti zemlju mineralima i drugim tvarima koje pospješuju rast biljaka.

Spremnici za kompost se najčešće pozicioniraju u vrtovima, jer se kompost koji se dobije u tim spremnicima koristi za gnojenje vrta. Spremnik za kompost se može napraviti primjerice kao kavez korištenjem drvenih daski ili se može iskoristiti neka bačva koja više ne treba.

Za dobivanje komposta se može koristiti sustav od tri spremnika. U prvi spremnik se stavlja otpad i pušta se desetak dana, potom se premješta u drugi spremnik i promiješa se smjesa. Pušta se isto desetak dana u drugom spremniku, te se nakon desetak dana prebacuje u treći spremnik. Potom se smjesa prebaci u treći spremnik te se može koristiti za gnojenje. Nakon što se smjesa iskoristi treći spremnik postaje prvi, a prvi postaje treći spremnik.

Kompostirati se može i s jednim spremnikom. Takvi komposter mogu biti od plastike ili se mogu izgraditi od cigle, žice i od drveća. Komposter ne smije biti izgrađen od nepropusnog materijala, primjerice od betona. Razlog zbog kojeg se ne rade od nepropusnog materijala, je nemogućnost prolaska kisika kroz komposter. Ako kisik ne može proći kroz komposter dolazi do truljenja kompostne smjese.

Kod upotrebe jednog spremnika za kompostiranje potrebno je usitniti organski otpad radi lakše razgradnje. Kompostna smjesa se treba barem jednom mjesečno preokrenuti. Dva su razloga preokretanja smjese. Jedan je sprječavanje pojave neugodnih mirisa, a drugi je osiguravanje razvoja mikroorganizama u kompostu.

U ljetnim sušnim mjesecima potrebno je navlažiti kompost, a zimi ga je potrebno zaštititi od vlage. Nakon 9-12 mjeseci kompost je spreman za upotrebu.

Spremnike za kompost je idealno pozicionirati na neko područje na kojemu nema jake sunčeve svjetlosti. Za vrijeme sušnih razdoblja smjesu u spremnicima se treba povremeno zalijevati, kako se ne bi previše osušila. Dok je za vrijeme hladnijih razdoblja smjesu potrebno prekriti kako se ne bi smrznula. Smjesu se može prekriti tepihom, kartonom, slamom ili se može kupiti prekrivač koji je napravljen od posebnog materijala i služi za pokrivanje komposta.

5.2 Dobivanje bioplina

Bioplin je plinovito gorivo koje se dobiva anaerobnom digestijom organskih tvari. Anaerobna digestija je biokemijski proces u kojemu se pomoću različitih bakterija u anaerobnim uvjetima razgrađuju organske tvari. Bioplin se sastoji od približno 65% metana, 30% ugljičnog dioksida, a ostatak čine vodik, dušik, amonijak, sumporovodik, ugljični monoksid, kisik i vodena para.

Najčešće se bioplin proizvodi u postrojenjima, a može se napraviti i kod kuće. Kod izrade postrojenja za bioplin, prvo je potrebno napraviti digestor.



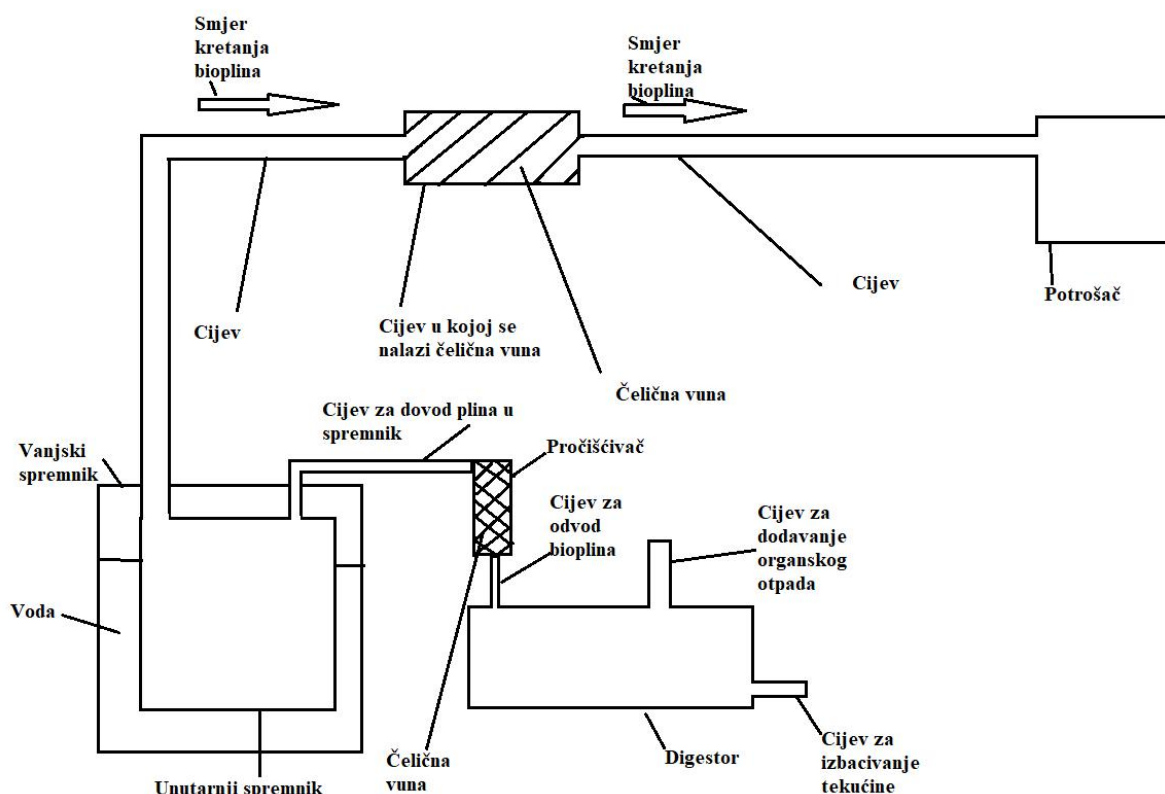
Slika 7. Digestor kapaciteta 1 m³ [7].

Organski materijali koji su dobri za proizvodnju bioplina su sljedeći: otpad od voća, povrća, ostaci od mesa, životinjski i ljudski izmet, a loši materijali za proizvodnju su: drvo i lišće, jer se duže razgrađuju.

Digestor (slika 7) se može napraviti tako da se uzme plastični kružni spremnik i naprave se tri rupe, dvije na vrhu i jedna na dnu. U sve rupe se stavljaju cijevi. Cijev na vrhu služi za dodavanje organskog otpada za proizvodnju bioplina, druga cijev služi za odvod bioplina u

spremnike za bioplin. Cijev na dnu digestora služi za izbacivanje tekućine koja se dobije nakon što se iz organskog otpada dobije bioplin. Tekućina se izbacuje van nakon što se doda novi organski otpad i ona se može koristiti dalje u vrtu za obogaćivanje zemlje. S digestorom kapaciteta od $1m^3$ dobijemo 2kWh električne energije i tom energijom se može štednjak snage 2kW koristiti jedan sat [23].

Kada se dobije bioplin on prolazi kroz cijev i dolazi do spremnika, a prije toga prolazi kroz pročišćivač. Pročišćivač izgleda kao deblja cijev u kojoj se nalazi čelična vuna. Bioplin prolazi kroz čeličnu vunu i ispušta iz sebe sumporovodik. Spremnik za bioplin se sastoji od dva spremnika koji se nalaze jedan u drugom. U vanjskom spremniku se nalazi unutarnji spremnik koji je uronjen u vodi. Bioplin se provodi preko cijevi do unutarnjeg spremnika. Voda koja se nalazi u vanjskom spremniku služi kao pročišćivač bioplina od ugljikovog(IV)oksida i od ostataka sumporovodika. Bioplin u tim spremnicima je dalje spreman za upotrebu. On se pomoću cijevi spaja do potrošača, a u jednom dijelu cijevi se stavlja čelična vuna. Čelična vuna služi za pročišćavanje, ali i za sigurnost ako se slučajno plamen od potrošača uđe u cijev da se priguši.



Slika 8. Shematski prikaz dobivanja bioplina

Digestor veličine $1m^3$ je dovoljan za mala kućanstva, dok je digestor veličine $10m^3$ dovoljan za farme [24].

6 Uporaba materijala u građevini

Kroz povijest ljudi su gradili kuće od različitih materijala, kao primjerice od drveta, kamena, cigle, itd. Lokalitet gradnje je bio jedan od glavnih razloga zašto su ljudi gradili koristili različite materijale. Primjerice u primorskom dijelu Hrvatske kuće su bile građene od kamena, dok su se u gorskoj i središnjoj Hrvatskoj kuće gradile od drveta uz kombinaciju s kamenom.

Drugi razlog ovakve gradnje su klimatski uvjeti i reljef.

6.1 Opeka

Jerihon je jedno od najstarijih gradskih naselja koja su bila građena od opeke. Izgrađeno je bilo 7000-5000 godina prije nove ere. Opeka je materijal koji se dobiva od glinenog materijala, pijeska i vode. Mješavina za opeku se prvo oblikuje, potom se suši i peče.

Opeka ima sljedeća svojstva: dobra toplinska izolacija, protupožarna postojanost, dobra mehanička otpornost, otpornost na djelovanje kiseline i lužine i otpornost na smrzavanje.

Cijena jednog komada opeke varira od 4 do 12 kuna. Skuplja opeka ima bolju termičku i zvučnu izolaciju od jeftinije opeke [25].

6.2 Prirodni kamen

U današnje vrijeme kamen se sve manje upotrebljava u izgradnji kuća. Najčešće upotreba kamena je kao ukrasno-zaštitna obloga kuće koja je izgrađena od drugog materijala.

Kod gradnje kuća od kamena treba osigurati stabilnost zidova, a to se dobiva pomoću šipki od nehrđajućeg čelika koje se pomoću cementnog morta spajaju u konstrukciju. Mana ovakve gradnje su loša termoizolacijska svojstva, ali ima jako dobru protupožarnu postojanost, mehaničku otpornost i zvučnu izolaciju.

Ovakav način gradnje moguć je na Riječkom području, a kao kamen bi se mogao koristiti vapnenac.

U Hrvatskoj se kroz povijest dosta upotrebljavao vapnenac za dobivanje vapna. Jedno od najstarijih nalazišta vezana za proizvodnju vapna se nalazi u Vinkovcima. Tamo se nalaze ostaci rimskih peći za proizvodnju vapna[25].

Vapnenac se dobiva miješanjem pijeska, vapna i vode, bez drugih dodataka. Nakon dobivanja smjese potrebno ju je prešati pod visokim tlakom na temperaturi od 200°C. Ostaci kod proizvodnje se ponovno upotrebljavaju. Najveća mana zidova od vapnenca je njegova slaba termička izolacija. Prednosti zidova od vapnenca su: dobra zvučna izolacija i vatrootporan je.

6.3 Uporaba industrijske konoplje u građevini

Industrijska konoplja se koristi za proizvodnju: konopca, papira, goriva, građevinskog materijala, odjeće, itd. U građevini od stabljike industrijske konoplje se može dobit izolacija i opeka. Građevinski materijal se dobiva tako da se stabljika konoplje preša. Teoretski se smatra da kada bi se sve kuće gradile konopljom, da bi se emisija CO₂ u velikim količinama smanjila. [26]

6.3.1 Zidovi od konoplje

Kod dobivanja zidova industrijska konoplja se miješa s cementom i dobiva se beton. Takva mješavina se ulijeva ili prska u kalupe. Potom se mješavine iz kalupa suše i dobivaju konstruktivni blokovi. Kao završna obrada kod takvih zidova se dodaje se sitno izrezana konoplja i na kraj se stavlja sloj vapna, pomoću kojeg se ravna zid. Vapno se dodaje samo ako se želi ravni zid, ako netko želi imati grublju površinu ne mora se staviti vapno. Neka istraživanja kažu da zid od mješavine konoplje i krečnjaka veličine jednog metra četvornog i debljine 30 cm spremi u sebe oko 33 kg CO₂. Dok zid od standardnih građevinskih materijala (primjerice: beton, mort, opeka, itd.) istih dimenzija sprema u sebe oko 100 kg CO₂ [27]. Po Europi ima u novije vrijeme jako puno izgrađenih kuća od konoplje, dok u Republici Hrvatskoj nije izgrađena niti jedna kuća. Jedan od glavnih razloga zašto nema izgrađenih kuća od konoplje je to što zakoni u Republici Hrvatskoj ne dopuštaju da se konoplja uzgaja za dobivanje građevinskih materijala, nego dopuštaju samo za proizvodnju hrane i hrane za životinje.

Zidovi od konoplje imaju odlična svojstva, a to su: odlična termička svojstva, a to znači da dobro apsorbiraju sunčevu energiju tijekom dana, zid od konoplje je paropropustan, zgrada sama kontrolira vlažnost zraka, jako je dobar zvučni izolator i sprječavaju prodor vjetrova i curenje zraka van.

6.3.2. Izolacija od konoplje

Drugi način upotrebe konoplje kao građevinski materijal je kao izolacija. Ima slične karakteristike kao i zidovi, a to su: izvrsna toplinska izolacija, dobri zvučni izolatori, otpornost na starenje, paropropusna i izolacija od konoplje se jednostavno postavlja, nije potrebna zaštitna oprema.

Cijena izolacije od konoplje je otprilike 110 €/m³ bez PDV-a i cijene prijevoza [38].

6.4. Ostali materijali u građevini

Osim gore navedenih tradicionalnih, odnosno održivih i lokalnih materijala, danas se koriste i drugi. Primjeri ostalih materijala su: celuloza, balirana slama, bambus, drvo, micelij gljiva itd.

6.4.1. Celuloza

U građevini se celuloza dobiva od biljnih prerađevina kao što su novine, piljevina i karton. Prvo se iz prerađevina miču metalni dijelovi, kao primjerice spajalice. Nakon sortiranja se usitnjava smjesa na veličinu čestica od 5cm, potom se posipa s posebnim kemikalijama koje sadrže bor. Kada se pospe s kemikalijom potrebno je još jednom usitniti smjesu, tako da budu veličine 4mm. Kao rezultat ovog procesa je proizvod koji se koristi za izolaciju.

6.4.2. Balirana slama

Balirane slame u građevini mogu zamijeniti materijal kao što je opeka, kamen, drvo itd. Kuće od balirane slame se grade tako da se od njih grade zidovi koji se poslije žbukaju. Razlog žbukanja baliranih slama je u tome da se zaštite od vanjskih utjecaja. Balirane slame su jako dobar toplinski izolator i ne mogu se zapaliti jer su vrlo gusto stisnute, pa u njima nema dovoljno kisika. Drugi razlog zašto se kuće od balirane slame ne mogu zapaliti je u žbukanju.

6.4.3. Bambus

Bambus kao građevinski materijal se najviše upotrebljava na području Azije. U Europi bambus se najviše upotrebljava za proizvodnju podova. Dok se u Aziji upotrebljava za gradnju kuća nakon prirodnih katastrofa. Bambus ima dobra vlačna i elastična svojstva.

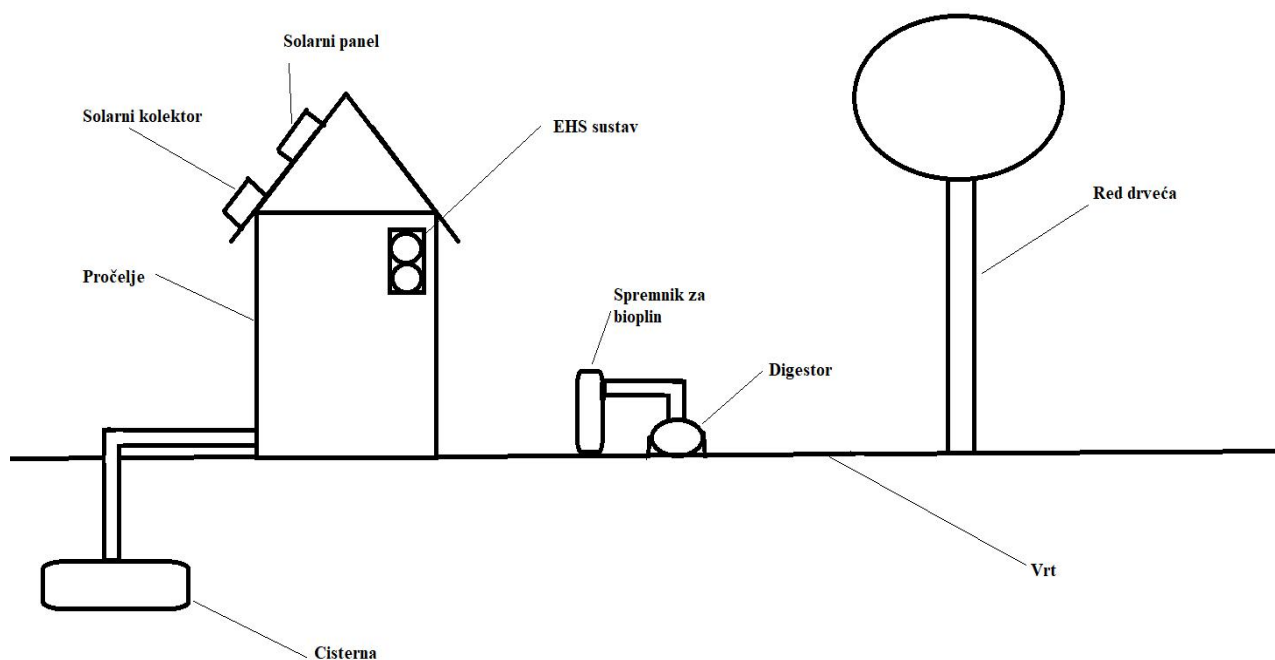
6.4.4. Drvo

Drvo u odnosu na ostale građevinske materijale je dostupnije od ostalih građevinskih materijala, stoga je gradnja s njim jeftinija. Postoje i druga dobra svojstva zbog kojih je drvo dobar građevinski materijal, a to su: lagan, te dobra vlačna i tlačna čvrstoća. Šume iz kojih se sječu drva su obnovljive, ako se racionalno upotrebljavaju.

6.4.5. Građevinski blokovi od micelija gljiva

Građevinski blokovi od micelija gljiva se dobivaju tako spore gljiva miješaju s piljevinom i šećernom trskom. Nakon što se pomiješa pušta se par dana da gljive potroše hranjive tvari iz smjese. Rezultat ovog procesa je gusta i spužvasta masa koja se prebacuje u kalupe. Kada se smjesa poprimi oblik kalupa potrebno je dehidrirati smjesu kako bi se ubili organizmi unutar smjese. Razlog dehidriranja je sprječavanje daljnjeg rasta smjese.

7. Moguća izvedba autonomne kuće u Rijeci



Slika 9. Zamišljeni prikaz autonomne kuće

U ovome radu su prikazana određena rješenja za izgradnju autonomne kuće. U nastavku slijede optimalna rješenja za područje Rijeke.

Kod izgradnje autonomne kuće mora se pogledati solarna ozračenost nekog područja. U našem slučaju područja Rijeke. Pomoću aplikacije na Internet stranici od „Photovoltaic Geographical Information System-a (PVGIS)“ daje podatke o mogućoj proizvodnji električne energije pomoću sunčeve energije i kolika je osvjetljenost.

Za područje Rijeke se unose koordinate (45 ° 20'45 sjever, 14 ° 21'23 istok, nadmorska visina: 18 m), sa sustavom od 10 kW, gubitcima od 51.2 posto(9.9 posto temperature i niske razine sunčevog zračenja, 2.7 posto refleksija, 24.6 posto gubitci fotonaponskog sustava i 14 posto ostali gubitci) i kut postavljanja je 40 stupnjeva. Dobili smo sljedeće podatke koje ćemo vidjeti u sljedećoj tablici (tablica 3).

Tablica 3. Podaci o sunčevom zračenju i količini energije na području Rijeke [3]. Kratice u tablici predstavljaju sljedeće: E_d - proizvodnja po danima, E_m - proizvodnja po mjesecima, H_d - dnevno Sunčevo zračenje na površinu, H_m - mjesečno Sunčevo zračenje na površinu

.Mjesec	E_d (kWh)	E_m (kWh)	H_d (Wh/m ²)	H_m (Wh/m ²)
Siječanj	16.40	508	2.04	63.3
Veljača	26.40	739	3.29	92.2
Ožujak	34.10	1060	4.39	136
Travanj	39.30	1180	5.17	155
Svibanj	43.20	1340	5.78	179
Lipanj	45.20	1360	6.19	186
Srpanj	47.10	1460	6.52	202
Kolovoz	44.60	1380	6.18	192
Rujan	36.70	1100	4.96	149
Listopad	27.40	851	3.59	111
Studeni	16.60	497	2.11	63.4
Prosinac	15.00	466	1.88	58.2
Godišnji prosjek	32.7	995	4.35	132

Iz tablice se može vidjeti da na području Rijeke godišnja dobit električne energije iznosi 12936 kWh, što je dovoljno za četveročlanu obitelj.

Iz tablica (tablica 4) od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) u Rijeci se vidi da u Rijeci padne toliko padalina da bi se zadovoljile kućne potrebe. U kišnim mjesecima bi se voda sakupljala, a u sušnim bi se koristila [45].

Tablica 4. Količina padalina u Rijeci 2017. godine [4]

Mjesec	Količina padalina(mm)
Siječanj	95.6
Veljača	336.8
Ožujak	53.5
Travanj	101.8
Svibanj	77.1
Lipanj	63.8
Srpanj	88.1
Kolovoz	47.3
Rujan	249.2
Listopad	153.9
Studeni	204.6
Prosinac	263.6
Godišnja količina padalina	1735.3

Energija vjetra u Rijeci nije primjenjiva, jer za pogon vjetroagregata su potrebni konstantni vjetrovi određenih brzina, dok u Rijeci većinom prevladavaju vjetrovi koji pušu na mahove.

Zamisao za izgradnju autonomne kuće u Rijeci je da se na krov postave solarni paneli, kolektori i destilator, koji služe za dobivanje električne energije, za zagrijavanje i pročišćivanje vode. Pročelje kuće bi se nalazilo na južnoj strani. Na pročelju bi bili veliki prozori, kako bi se mogao zagrijati što veći prostor. Za dodatno grijanje i hlađenje ugradio bi se EHS-sustav[2], pomoću kojeg se mogu zagrijavati i hladiti prostorije, voda i podovi. EHS-sustav se sastoji od dizalica topline. Dizalica topline se sastoji od ventilatora koji uzima vanjski zrak i od kompresora koji omogućuje da se rashladna tekućina kreću po sustavu. Cijena ovog sustava je 667€. EHS sustav je u Europskoj uniji označen kao uređaj koji koristi obnovljive izvore energije, pa je moguće dobiti dodatne potpore za kupnju ovakvog sustava.

Postoje dvije vrste EHS sustava, a to su sustav zrak-zrak i zrak-voda. Sustav zrak-zrak koristi vanjski zrak za hlađenje i grijanje kuće bez dodatnog medija. Dok sustav zrak-voda koristi vanjski zrak za zagrijavanje vode, te se cirkuliranjem zagrijane vode kroz pod dobije podno grijanje. Mana ovog sustava je to što se ne može odmah zagrijati cijela prostorija, nego je potrebno 4-8 sati. Postoji i drugi način zagrijavanja i hlađenja kuće, a to je ako se napravi zeleni krov. Zeleni krov sprječava prijenos topline iz kuće, a ljeti hladi prostor. Na zeleni krov se i dalje mogu koristiti solarni kolektori. Zeleni krov ovisi o statici kuće, odnosno kolika će biti debljina zemlje. Zeleni krov pročišćuje zrak koji ulazi u kuću. Ovakav sustav sa zelenim krovom ima visoku cijenu, pa se zbog toga ne upotrebljava puno.

Zidove kuće je najbolje napraviti od opeke ili od kamena. Ako se radi od kamena najbolje je izolirati celuloznom izolacijom.

Pitka vodu bi se koristila iz cisterni jer ne bi zauzimala puno mjesta na površini i zaštićenija je od sunčeve svjetlosti nego spremnici koji su postavljeni na površini. Broj spremnika za vodu će ovisiti o broju ljudi koji bi živjeli u kući. Jedan spremnik po osobi. Godišnja količina padalina 2018 godine iznosila 3240.2 mm (izvor: [53]), mjesečno iznosi 270 mm, prema ovim podacima može se izračunati koliko prosječno litara vode padne na području Rijeke.

$$I_{kpadalina} = P_k \times k_k \times K_{padmj} = 0.27 \times 200 \times 0.9 = 48.6l \quad (5)$$

$I_{kpadalina}$	količina padalina mjesečno
P_k	površina krova (uzela se vrijednost od 200 m ²)
k_k	koeficijent krova(za glinene crijepove iznosi 0.9)
K_{padmj}	količina padalin mjesečno

Iz gornjeg proračuna je vidljivo da u Rijeci padne 48.6 litara mjesečno padalina što nije dovoljna količina vode za jednu osobu, ali se može koristiti za povremeno zalijevanje vrta i tako se može uštedjeti na vodi.

Organski otpad bi se koristio za dobivanje bioplina koji bi se povremeno koristio za kuhanje. Kada se napuni digester kapaciteta 1m³, može se stvoriti bioplin koji se može upotrebljavati za jedan sata kuhanja. Tekućina koja ostaje nakon proizvodnje bioplina bi se koristila za obogaćivanje tla, tako da ne bi bili potrebni spremnici za kompost i time bi ostalo više prostora za druge stvari, primjerice za veći vrt.

U vrtu je najbolje posaditi jedan red drveća kako bi dobili zaštitu od jakih vjetrova. Taj red drveća bi sadržavao listopadno i zimzeleno drveće. Stabla treba posaditi na dovoljnoj udaljenosti, da može rasti bez ograničenja i stabla moraju biti veća ili u ravnini krova. Stabla u vrtovima ne bi služila samo kao zaštita od jakih vjetrova nego kao zaštita od erozije tla. Stabla će ljeti stvarati hladovinu oko kuće tako će biti manje zagrijavanje kuće, a zimi hladovina prelazi na drugu stranu i ne smeta kući da se zagrijava pomoću sunčeve svjetlosti.

Do postizanja potpune autonomnosti, od gradske infrastrukture autonomna kuća u Rijeci bi koristila infrastrukturu za vodu i za plin. Postoji mogućnost da se ne koristi plinska infrastruktura, a to je da se kuha na struju uz mogućnost povremenog kuhanja na bioplin. Priključak na gradsku infrastrukturu za vodu bi se koristio za sigurnost i nadopunu, odnosno kao voda za piće i pripremu hrane, dok bi se za ostale potrebe mogla koristiti kišnica.

Ušteda kod korištenja električne energije bi iznosila 45251 kn godišnje, ovaj iznos je dobiven u poglavlju 3.2.1. Po pitanju potrošnje vode, ako se koriste spremnici od kapaciteta 1055 litara (koji se spominju u poglavlju 4.1) i ako se uspiju napuniti do kraja pomoću kišnice, uštedjeti se može 10.3653 kuna mjesečno[54] po spremniku.

8. Zaključak

Prednost autonomne kuće je u tome što ne ovisi o gradskoj mreži nego proizvodi svoju električnu energiju i ima svoju zalihu vode. Upotrebom predloženih metoda zbrinjavanja otpada došlo bi do smanjenja onečišćenja okoliša, veće samostalnosti oko nabave električne energije, učinkovitijeg korištenja resursa i manjih redovnih rashoda. Život u autonomnim kućama je ugodan i zdrav za okoliš i za ljude koji žive u njoj.

Rijeka ima jako dobre uvjete za gradnju autonomnih kuća jer ima veliku količinu padalina koja je dovoljna za potrebe kućanstva tijekom cijele godine, a količina sunčeve energije koja se može pretvoriti u električnu energiju je dovoljna za sve potrebe četveročlane obitelji.

Kada bi se autonomne kuće više gradile došlo bi do otvaranja novih radnih mjesta i manje bi se onečišćavao okoliš. Nova radna mjesta bi se otvarala radi opremanja i održavanja sustava autonomnih kuća.

9. Literatura

- [1] Šta je pasivna solarna kućica i kako funkcionira , Zelena energija, <http://www.zelenaenergija.org/clanak/sta-je-pasivna-solarna-kuca-i-kako-funkcionira/2033>
04.06.2018
- [2] Pike A., Autonomous House, Cambridge, UK, 1974, <http://atlasofinteriors.polimi-cooperation.org/2014/03/19/pike-autonomoushouse-1974/>
20.06.2018
- [3] Tarifne stavke, Hepelektra, <http://www.hep.hr/elektra/kucanstvo/tarifne-stavke-cijene/1547>
20.06.2018
- [4] Majdandžić, Lj., „Fotonaponski sustavi“, http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf 04.06.2018
- [5] Cijene električne energije u RH (kWh), Struja plin, <https://strujaplina.com/index.php/energetsko-trziste/cijene-struje> 05.06.2018
- [6] Solarni paneli, Sole, <http://www.solarni-paneli.hr/pdf/cjenik.pdf> 05.06.2018
- [7] Is the plastic water tank safe, Quora. <https://www.quora.com/Is-the-plastic-water-tank-safe>
20.06.2018
- [8] What is underground water tank?, Quora, <https://www.quora.com/What-is-derground-water-tank> 20.06.2018
- [9] Bauhaus proizvodi, Bauhaus, <https://www.bauhaus.hr/vrt-i-okucnica/vrtlarstvo/spremnici-za-vodu/spremnik-za-vodu-i-ostale-tekucine-1055-1.html> 21.06.2018
- [10] NK&M proizvodi, NK&M, <http://nkim.hr/shop/cijena/spremnik-za-vodu-5000-1> 20.06.2018
- [11] Sistem za korišćenje kišnice ,Larix, <http://www.kisnica.com.hr/domov/podrezervoarji>
21.06.2018
- [12] Vodopravne dozvole i koncesije za navodnavanje, Agroklub, <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/vodopravne-dozvole-i-koncesije-za-navodnjavanje/11813/> 21.06.2018
- [13] Kako se pravi kompost - kompostiranje kao način života , Zdravo Zdravo, <https://zdravozdravo.blogspot.com/2015/05/kako-se-pravi-kompost-kompostiranje.html>
21.06.2018
- [14] Što treba znati o otpadu? Kanton Sarajevo Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, UNV/UNDP Udruženje za zaštitu i unapređenje okoliša, prirode i zdravlja “Ekotim” KJKP “RAD” Sarajevo, https://mpz.ks.gov.ba/sites/mpz.ks.gov.ba/files/sta_treba_znati_o_otpadu.pdf
21.06.2018

- [15] Ivković E., Zbrinjavanje otpada, http://ss-mareljkovica-sb.skole.hr/upload/ss-mareljkovica-sb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM_SKRIPTA.pdf 22.06.2018
- [16] Biogas world, Marjolaine, <https://www.biogasworld.com/news/turning-food-waste-into-energy-to-power-homes/> 01.08.2018
- [17] How to Use Garbage to Create Electricity, Ecopedia, <http://www.ecopedia.com/how-to/using-garbage-to-create-electricity/> 01.08.2018
- [18] Pyper J., Does Burning Garbage to Produce Electricity Make Sense?, Scientific American, 26.08.2011, <https://www.scientificamerican.com/article/does-burning-garbage-to-produce-energy-make-sense/> 01.08.2018
- [19] Build-a-biogas-plant, Biogas-Kits, <http://www.build-a-biogas-plant.com/biogas-kits/> 01.08.2018
- [20] Fourie K., Biodigester-Methane as fuel YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=xAkIKxA3Jm0> 01.08.2018
- [21] \$Cash From Trash\$ Make Your Very Own Electricity!! , Instructables, <https://www.instructables.com/id/Cash-from-Trash-Make-your-very-own-electricity/> 10.08.2018
- [22] 120 kW 'Portable' Commercial Waste-to-Energy Generator Introduced by IST Energy, Treehugger, <https://www.treehugger.com/renewable-energy/120-kw-a-portable-atm-commercial-waste-to-energy-generator-introduced-by-ist-energy.html> 10.08.2018
- [23] Biogas, Electrigaz, http://www.electrigaz.com/faq_en.htm 22.07.2019
- [24] Cooking with biogas, Energypedia, https://energypedia.info/wiki/Cooking_with_Biogas 22.07.2019
- [25] Svojstva opeke, Gradimo.hr, <http://www.gradimo.hr/clanak/svojstva-opeke/21858> 20.07.2019
- [26] Industrijska konoplja (Cannabis sativa) , Herbioplus, <https://www.herbioplus.com/konoplja> 11.08.2018
- [27] Vrančić T., Biljka svestrane uporabe http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE_65_2013_4_10_Gradnja-konopljom.pdf, 11.08.2018
- [28] Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje opojnih droga u veterinarstvu, Narodne novine 21.06.2016, <http://www.propisi.hr/print.php?id=6447>, 20.08.2018
- [29] Zakon o suzbijanju zlouporabr droga, Zakon.hr, <https://www.zakon.hr/z/293/Zakon-o-suzbijanju-zlouporabe-droga>, 20.08.2018
- [30] Konoplja izolacije, Vicarius Canna, <http://www.konoplja-izolacije.hr/hr/proizvodi/cjenik/>, 23.08.2018
- [31] Primjena, Vicarius Canna, <http://www.konoplja-izolacije.hr/hr/primjena/> 23.08.2018 ,
- [32] Prednosti materijala, Vicarius Canna, <http://www.konoplja-izolacije.hr/hr/prednosti-materijala/> 23.08.2018 ,

- [33] Jutarnji list, Kuće od industrijske konoplje sve popularnije rješenje za gradnju i izolaciju kuće, 28.11.2016, <https://www.jutarnji.hr/domidizajn/interijeri/kuce-od-industrijske-konoplje-sve-popularnije-rjesenje-za-gradnju-i-izolaciju-kuce/5315507/>, 23.08.2018
- [34] Graditeljstvo, narodno, Leksikografski, Zavod Miroslava Krleže, <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=22982> 20.07.2019
- [35] Vapnenac, Gradimo.hr, <http://www.gradimo.hr/clanak/vapnenac/23909> 10.08.2019
- [36] Opeka, Wikipedija <https://hr.wikipedia.org/wiki/Opeka> 20.07.2019
- [37,] Materijali za zid, Gradimo.hr, <http://www.gradimo.hr/materijali-za-zid> 20.07.2019
- [38] Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje opojnih droga u veterinarstvu, Narodne novine, 2017 https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_02_18_505.html, 20.08.2018
- [39] Web shop, Ikoma prodajni centar, <https://www.ikoma.hr/hr/cijene/opeka-8/> 21.07.2019
- [40] Pletikosi L., Primjena kamena u graditeljstvu , https://bib.irb.hr/datoteka/308456.Primjena_kamena_u_graditeljstvu_Lado_Pletikosi.pdf 21.07.2019
- [41] Celuloza ,Arhiteko http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_celuloza.html 21.07.2019
- [42] L.F., Građevinski materijali koji su bolji od klasičnog betona, Tportal, 29.11.2017, <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/gradevinski-materijali-koji-su-bolji-od-klasicnog-betona-20171120/print> 21.07.2019
- [43] Solar house, Kimdara, <http://www.kimdara.com/solar3/index.html>, 25.08.2017
- [44] System,jrc , Photovoltaic Geographical Information <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php> 25.08.2018 ,25.08.2018
- [45] B Aleksić, L. R. Luttenberger, Autonomna kuća , Politehnika : Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje, Vol. 2 No. 2, 2018, https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=316515 26.08.2018
- [46] Novi sustav za ekološko grijanje i hlađenje! , Energetika-net , <http://www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/novi-sustav-za-ekolosko-grijanje-i-hladenje-15789>, 26.08.2018
- [47] Dizalice topline, Izlazak Sunca, <https://izaslaniksunca.hr/dizalice-topline-2/> 27.08.2018
- [48] Zeleni krov na kući, Gradnjakuće.com, <https://gradnjakuće.com/zeleni-krov-na-kuci/> 27.08.2018

- [49] 8 Ways Trees Protect Your Home, BBOG Big blog of gardening, <http://www.bigblogofgardening.com/how-trees-protect-your-home-by-slowing-wind-speed-soil-erosion-and-water-runoff/> 27.08.2018
- [50] Glavas proizvodi, Glavas, <http://glavas.hr/proizvod/centrometal-solarni-paketi-plocasti-kolektorinox-spremnik/> 11.01.2019
- [51] NK&M proizvodi, NK&M, <http://nkim.hr/shop/cijena/spremnik-za-vodu-5000-l> 14.06.2019
- [52] Voda, sto i koliko plaćamo, ThoriumA+, <http://thoriumaplus.com/voda-sto-i-koliko-placamo/> 14.06.2019
- [53] Klima, DHMZ, : http://klima.hr/klima_arhiva.php 25.08.2018,
- [54] Cijenik vodnih usluga, Kdrik-rijeka, http://www.kdrik-rijeka.hr/cjenik/vodne_usluge 10.08.2019
- [55] Photovoltaic geographical information system, European Commission <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/PVcalc.php> 20.6.2018
- [56] Za svaku potrebu - prava veličina rezorvara, Rewatec http://www.kisnica.com.hr/datoteke/dokumenti/prospekti/velicine_izracun.pdf 9.9.2019

Popis slika:

1. Prikaz autonomne kuće <https://www.energetskocertificiranje.com.hr/kuce-nulte-energije/>
2. Pozicija Sunca ljeti i zimi <https://home.howstuffworks.com/real-estate/buying-home/southern-exposure.htm>
3. Shematski prikaz samostalnog fotonaponskog sustava za ttrošila na istosmjernu struju
http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf
4. Shematski prikaz samostalnog fotonaponskog hibridnog sustava s generatorom
http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf
5. Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije
http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf
6. Shematski prikaz sunčevog kolektora
https://mudri.uniri.hr/file.php/3106/Predavanja/Energetika1_09_Sunce_.pdf
7. Digester <http://www.build-a-biogas-plant.com/biogas-kits/>

Tablice:

1. Ljubomir Majdandžić: Fotonaponski sustavi: http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf,
2. Struja plin: <https://strujaplin.com/energetsko-trziste/potrosnja-struje>,
3. Hepelektra <http://www.hep.hr/elektra/kucanstvo/tarifne-stavke-cijene/1547>
4. Photovoltaic Geographical Information System-a
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
5. DHMZ: http://klima.hr/klima_arhiva.php,

Prilozi:

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija