

# Model autonomne kuće kao doprinos održivom razvitku Istre

---

**Aleksić, Bojan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:186:712648>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI**  
ODSJEK ZA POLITEHNIKU

DIPLOMSKI RAD

**MODEL AUTONOMNE KUĆE KAO DOPRINOS ODRŽIVOM  
RAZVITKU ISTRE**

Rijeka, rujan 2017.

Bojan Aleksić

0009060334

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI**  
ODSJEK ZA POLITEHNIKU

Diplomski rad

**MODEL AUTONOMNE KUĆE KAO DOPRINOS ODRŽIVOM  
RAZVITKU ISTRE**

**Mentorica:** Doc. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger dipl. ing.

Rijeka, rujan 2017

Bojan Aleksić

0009060334

Sveučilište u Rijeci

STUDIJ POLITEHNIKE

**Povjerenstvo za završne i diplomske radove**

U Rijeci, 12. lipnja 2017. godine

## **ZADATAK DIPLOMSKOG RADA**

**Pristupnik:** Bojan Aleksić

**Naziv zadatka:** Model autonomne kuće kao doprinos održivom razvitku Istre

**Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:**

Pristupnik pri realizaciji zadatka treba obraditi rješenja za postizanje čim većeg stupnja autonomnosti nove obiteljske kuće u istarskom podneblju. Autonomnost treba osmisliti s gledišta energije i sanitacije, te materijala koji se koristi za gradnju. Nadalje, predložiti način podučavanja djece o značaju, konceptu i načinu gradnje autonomnih kuća.

U diplomskom se radu obavezno treba pridržavati **Uputa o izradi diplomskog rada.**

Zadatak uručen pristupniku: 12. lipnja 2017.

Rok predaje diplomskog rada: 3 mjeseca

Datum predaje diplomskog rada: 21. rujna 2017.

**Predsjednik povjerenstva:**

Doc. dr. sc. Tomislav Senčić, dipl. ing.

*T. Senčić*

---

**Mentor:**

Doc. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger, dipl.ing.

*Lidija Runko Luttenberger*

---

## I. AUTOR

Ime i prezime: **Bojan Aleksić**

Mjesto i datum rođenja: **01.10.1990., Pula**

Adresa: **I. G. Kovačića 7, Poreč**

## FILOZOFSKI FAKULTET ODSJEK ZA POLITEHNIKU

## II. DIPLOMSKI RAD

Naslov: **Model autonomne kuće kao doprinos održivom razvitku Istre**

**Title: Model of autonomous house as contribution to sustainable development of Istria**

Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen: **FILOZOFSKI FAKULTET, ODSJEK ZA POLITEHNIKU**

Stečen akademski naziv: **Magistar edukacije politehnike i informatike**

**Mentorica:** Doc. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger dipl. ing.

Obranjeno na **Filozofskom fakultetu, odsjek za politehniku u Rijeci**

dana: \_\_\_\_\_

Oznaka i redni broj rada: \_\_\_\_\_

## IZJAVA

Autor izjavljuje da je diplomski rad **”Model autonomne kuće kao doprinos održivom razvitku Istre ”** izradio samostalno koristeći se vlastitim znanjem i navedenom literaturom.

Zahvaljuje se na uputama i savjetima koje mu je dala mentorica diplomskog rada, doc. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger dipl. ing.

Zahvaljuje se inženjeru za niskogradnju Slobodanu Aleksiću i agronomu Igoru Žeželju koji su mu svojim savjetima pomogli u izradi ovog rada.

Također se zahvaljuje cijelom nastavnom kadru s Odsjeka za politehniku koji ga je vodio tijekom ove dvije godine studiranja i time omogućio stjecanje znanja i kapacitet za pisanje ovog rada.

Bojan Aleksić

---

## SAŽETAK

U radu se pojašnjavaju razlozi i mogućnosti gradnje autonomne kuće u Istri. Iskazuje se povijesni presjek razvoja pasivnih kuća i standardi za izgradnju koji se moraju poštivati, kako bi se prikazale moguće uštede koje pospješuju očuvanju prirode i okoliša.

Potom se daje pregled osnovnih principa izgradnje autonomnih kuća i korištenja obnovljivih izvora energije, kao i materijala za gradnju koji su također ekološki. Navodi se značaj orijentacije kuće u sklopu maksimalne iskoristivosti solarne energije. Pojašnjavaju se principi rada samostalnih fotonaponskih sustava i opisuje kako je autor izradio vlastiti solarni kolektor koji se može postaviti na krovnište kuće.

Kako je u životnom prostoru voda jedna od glavnih potreba autor pojašnjava osnovne principe sakupljanja vode i njezinog skladištenja i opisuje primjer vlastite izrade calabash spremnika za vodu. Izrađen je izračun za septičku jamu za četveročlanu obitelj i prijedlog gospodarenja otpadnim vodama s ciljem da se smanje troškovi pražnjenja i ostvari autonomnost kuće. Potom je pojašnjeno kako gospodariti otpadom kompostiranjem.

Nakon opisa sustava u kućanstvu daje se pregled mogućih građevinskih materijala i njihovih svojstava kao što su industrijska konoplja i bale slame. Pojašnjava se armiranje, izrada kompozita, izolacija i zakonska regulativa, te se pojašnjavaju prednosti i jednostavnost izgradnje.

Na modelu se prikazuje kako bi izgledala autonomna kuća i opisuje postavljanje njezinih sustava. Navode se klimatske vrijednosti Istre koje pogoduju izgradnji autonomnih kuća.

Slijedi metodički dio koji razrađuje nastavu tehničke kulture u osnovnoj školi za peti razred i sadržaj nastave unutar jednog sata iz predmeta tehnička kultura, metodičke jedinice materijali.

**Ključne riječi: pasivna kuća, autonomna kuća, sunčeva energija, calabash, kuće od konoplje, kuće od bala slame, Istra**

## **SUMMARY**

The paper explains the reasons and possibilities of building a passive house in Istria. It presents a historical overview of the development of passive houses and building standards that must be respected, in order to illustrate the possible savings that contribute to the preservation of nature and environment.

It then reviews basic principles of building passive houses and the use of renewable energy sources as well as building materials that are also environmentally friendly. The significance of house orientation as part of the maximized utilization of solar energy is stated. The principles of independent photovoltaic systems are described and an example of how the author created a solar collector that can be mounted on the roof of the house is shown.

As water provision in the living space is one of the main needs, the author explains the basic principles of water collection and storage and describes an example of a self-made calabash water tank. A calculation for the septic tank for a family of four is presented as well as the proposal for wastewater management and with the aim of reducing the cost of its emptying and achieving the autonomy of the home. Furthermore it was clarified how to manage waste by composting.

After describing the system in the household, an overview of possible building materials and their properties such as industrial hemp and straw is given. The reinforcement, the composition of the composite, the insulation and the legal regulations are explained, and the advantages and simplicity of the construction are clarified.

The model depicts how a passive house looks like and describes how to set up its systems. Istria's climatic values favour the construction of passive houses.

The work ends with the methodological part that elaborates the teaching of technical culture in fifth grade of the elementary school and presents the content of a lesson about the subject of technical culture, methodological unit: materials.

**Key words:** passive houses, autonomous houses, solar energy, calabash, hemp houses, straw houses, Istria.



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>12</b>
<b>2. POJAM PASIVNIH/AUTONOMNIH KUĆA I STANDARD PASIVNE KUĆE KAO POLAZIŠTE AUTONOMNIH KUĆA.....</b>	<b>13</b>
<b>3. OSNOVNI PRINCIPI IZGRADNJE AUTONOMNIH KUĆA I KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Orijentacija.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Iskoristivost sunčeve energije.....</b>	<b>16</b>
3.2.1. Samostalni fotonaponski sustavi.....	18
3.2.2. Solarni kolektori.....	20
3.2.3. Instaliranje panela.....	23
<b>3.3. Opskrba vodom.....</b>	<b>26</b>
3.3.1. Cisterne calabash.....	26
3.3.2. Plastični spremnici od 1000 l.....	29
<b>3.4. Septičke jame.....</b>	<b>30</b>
3.4.1. Mreža fekalne kanalizacije.....	30
3.4.2. Proračun sabirne jame.....	30
<b>3.5. Kompostiranje biootpada.....</b>	<b>32</b>
<b>4. INDUSTRIJSKA KONOPLJA KAO GRAĐEVNI MATERIJAL.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1. Vapno.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2. Kompozit vapno-konoplja.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3. Izgradnja blokova i zidova od konoplje (izgradnja armature za zidove i blokove)...</b>	<b>36</b>
<b>4.4. Izolacija od industrijske konoplje.....</b>	<b>38</b>

<b>4.5. Ekonomska isplativost.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6. Ekološka isplativost.....</b>	<b>40</b>
<b>4.7. Zakonski uvjeti za uzgoj industrijske konoplje u Republici Hrvatskoj.....</b>	<b>40</b>
<b>5. KORIŠTENJE BALA SLAME ZA IZRADU KUĆA.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1. Zašto koristiti slamu.....</b>	<b>43</b>
<b>5.2. Emisija stakleničkih plinova i energetska učinkovitost.....</b>	<b>43</b>
<b>5.3. Zvučna izolacija i visok stupanj izolacije.....</b>	<b>43</b>
<b>5.4. Čvrstoća konstrukcije i niski troškovi.....</b>	<b>43</b>
<b>5.5. Inspirativna, zabavna i zdrava životna okolina.....</b>	<b>44</b>
<b>6. PRIMJER AUTONOMNE KUĆE.....</b>	<b>45</b>
<b>7. MOGUĆE RJEŠENJE AUTONOMNE KUĆE U ISTRI.....</b>	<b>47</b>
<b>8. METODIČKI DIO.....</b>	<b>50</b>
<b>8.1. Analiza nastavnog programa osnovne škole u sadržaju teme diplomskog rada.....</b>	<b>50</b>
<b>8.2. Nastavni plan i program tehničke kulture za osnovnu školu.....</b>	<b>50</b>
<b>8.3. Priprema za izvođenje nastave tehničke kulture za 5. razred osnovne škole.....</b>	<b>53</b>
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>60</b>

## POPIS SLIKA

Slika 3.1. Ljetno i zimsko obasjavanje kuće [6].....	15
Slika 3.2. Usporedba količine godišnjeg sunčevog zračenja na površini zemlje [7].....	16
Slika 3.3. Oblici pretvorbe sunčeve energije kao izvor energije za autonomne kuće [7].....	17
Slika 3.4. Potencijal energije sunca u eksadžulima [7].....	17
Slika 3.5. Samostalni fotonaponski sustavi za trošila na istosmjernu struju [7].....	18
Slika 3.6. Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije [7].....	19
Slika 3.7. Izrada bakrene rešetke i okvira.....	21
Slika 3.8. Shema sastavljanja toplinskog kolektora.....	22
Slika 3.9. Gotovi solarni kolektori.....	22
Slika 3.10. Povezivanje aluminijskih krilaca bakrenom žicom.....	23
Slika 3.11. Postavljanje metalne L – konstrukcije solarnog panela/kolektora.....	24
Slika 3.12. Aktivni sistem zatvorene petlje.....	25
Slika 3.13. Calabash cisterne za vodu [9].....	26
Slika 3.14. Izrada spremnika po danima.....	27
Slika 3.15. Spremnici za vodu od 1000 l [10].....	29
Slika 3.16. Presjek septičke jame.....	31
Slika 3.17. Tlocrt septičke jame.....	31
Slika 3.18. Trodijelni komposter [11].....	33
Slika 4.1. Mogućnosti primjene industrijske konoplje.....	34
Slika 4.2. Cirkularni tok vapna.....	36
Slika 4.3. Vezivanje armature prirodnim vlaknima [11].....	37
Slika 4.4. Armirani kalup za konopljin blok [11].....	37
Slika 4.5. a) konopljina armatura, b) nosive drvene grede [11].....	37
Slika 4.6. Izolacija od konoplje [12].....	38
Slika 4.7. Toplinska postojanost betonske kuće [13].....	38

Slika 4.8. Toplinska postojanost konopljne kuće [12].....	39
Slika 5.1. Slamnata dvokatnica od temelja do krova [17].....	42
Slika 6.1. Model autonomne kuće [18].....	45
Slika 7.1. Autorova idejna skica autonomne kuće u Istri.....	48
Slika 8.1. HNOS – prvo polugodište.....	51
Slika 8.2. HNOS – drugo polugodište.....	52

## 1. UVOD

U današnje doba kada se sve više raspravlja o klimatskim promjenama i utjecaju čovjeka na okoliš treba se okrenuti održivosti. Održivim načinom života pospješuje se način življenja i spaja se čovjeka s prirodom. Upoznati smo s činjenicom da velike proizvodne industrije stvaraju ogromne količine štetnih plinova koji negativno utječu na okoliš. Još od davnina ljudi su koristili prirodne materijale za izgradnju nastambi, iskorištavali sunčevu energiju i sakupljali kišnicu za osnovne životne potrebe. Ovim radom ukazuje se na sadašnje mogućnosti izvođenja solarnih sustava i sakupljanja vode kako bi se pomoglo očuvanju prirode.

Putem medija svaki dan svjedočimo o pojavama prirodnih katastrofa u različitim dijelovima svijeta, pa bi se i njima mogla preporučiti gradnja pasivnih kuća kao pomoć u obnavljanju naselja koja su pretrpjela elementarne nepogode. Za vrijeme velikih suša ovakvo gospodarstvo ne bi imalo poteškoća s pomanjkanjima vode, jer je sustav takav da sakuplja zalihe u razdobljima kada je to moguće.

Nadalje, autonomne kuće se mogu izgraditi s niskim iznosima budžeta, pa bi na taj način mladi ljudi koji su osnovali obitelj mogli započeti graditi vlastite domove. Ovakvi sustavi se mogu nadograditi i visokobudžetnim sustavima kako bi se još bolje akumuliralo potrebna resurse. Naime ušteđen novac na jednom sustavu može stvoriti veće mogućnosti ulaganja novca na drugom sustavu.

Kao polazište pojašnjava se pasivna kuća koja mora biti napravljena prema standardima i čija izvedba može biti jako skupa. Pasivna kuća je zahvaljujući svojem dizajnu i orijentaciji u odnosu na sunce, pročeljem na južnoj strani i materijalima koji se koriste, idealna za ugodan život u skladu s prirodom. Autorova ideja autonomne kuće koristi sustave zagrijavanja pomoću sunca, ne koristi uređaje za ventilaciju, jer materijali koji se koriste propuštaju zrak i time ne stvaraju vlagu i domačinstvu. A jedan od ključnih faktora kojim se autor rukovodi u ovom radu je da se prilikom projektiranja takve nastambe maksimalno iskoristi značaj lokalne klime i materijala koji se mogu uzgojiti ili pronaći u istarskom podneblju.

## 2. POJAM PASIVNIH/AUTONOMNIH KUĆA I STANDARD PASIVNE KUĆE KAO POLAZIŠTE AUTONOMNIH KUĆA

Gorući problemi današnjice je povećanje emisija stakleničkih plinova nekontroliranom emisijom CO<sub>2</sub> čime se pospješuje efekt staklenika i povećava temperatura zraka. Dodamo li tome nekontrolirano korištenje fosilnih goriva i neobnovljivih izvora energije, tada se javlja problem opstanka čovječanstva u dolazećim godinama. Ledeni pokrivač se smanjuje, a to bi moglo dovesti do povećanja razine mora. Naravno u „proizvođače topline“ ubrajamo i kućanstva. Stoga su ljudi osmislili nove načine gradnje, kao što su autonomne kuće čija je emisija plinova manja, a potrebe za energijom bolje iskorištene.

Sedamdesetih godina prošlog stoljeća je nastao pojam autonomne kuće, a predložio ga je Alexander Pike, predavač na Sveučilištu u Cambridge-u. Robert i Brende Vale definiraju autonomnu kuću kao funkcijski neovisan objekt koji ne koristi osnovne usluge kanalizacije, plina, vode i struje, već koristi vlastiti otpad kao sirovinu, energiju vjetra i sunca te kiše[1].

Kuće za koje se ne koriste konvencionalni (fosilni) izvori energije za zagrijavanje objekta, tj. nemaju aktivni sustav za zagrijavanje koji pretvorbom fosilnih goriva koristi toplinu za zagrijavanje kućanstava se mogu nazvati pasivnima. U stručnom žargonu se one nazivaju „kućom bez grijanja“[2], koja u kontekstu istarskog podneblja ostvariva, jer se temperature kreću od 4 do 24 stupnjeva Cezijevih prosječne u priobalnom području[3].

Pasivne kuće imaju vlastite izvore topline (kućanski uređaji, akumulirane topline konstrukcije, čovjek i mnogi drugi) i koriste razliku topline u odnosu na tlo i toplinu sunčeve energije.

Godišnje energetske potrebe za zagrijavanja kućanstva kod ovakvih vrsta su manje od 15 kWh/m<sup>2</sup>. Za sve građevine koeficijent prolaza topline vanjskog omotača ne smije biti iznad dopuštenih vrijednosti od 0.15 W/m<sup>2</sup>K, a za vrata i prozora smije biti maksimalno do 0.88 W/m<sup>2</sup>K. Da bi se također postiglo što veće zagrijavanje sunčevom energijom potrebna je čim veća otvorenost južnog pročelja prozorima, a debljina toplinske izolacije mora iznositi od 25 do 40 centimetara ovisno o materijalu[3].

Koncept pasivnih kuća prema kojem su izrađene ove norme je nastao pilot projektom 1991. u Darmstadtu, a razvio ga je dr. sc. Wolfgang Feist (Passivhaus Institut) i taj se projekt iskazao kao preteča standardu pasivnih kuća koje su se na tržištu pojavljuju od 1998. Također u projektu CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standard) dr. Feist je praćenjem nekoliko stotina kuća dokazao da se pasivne kuće mogu napraviti dostupnim sredstvima[5].

Prema normama o standardu života u Pravilniku o toplinskoj zaštiti i učinkovitoj uporabi energije, od 30 kWh/m<sup>2</sup>K ukupnih energetske potrebe koje dolaze na električne uređaje samo polovica od toga se koristi za zagrijavanje prostora pasivnih kuća, dok standardne kuće troše i do 300 kWh/m<sup>2</sup>K godišnje.

Današnje kuće moraju poštovati Pravilnik o toplinskoj zaštiti i učinkovitoj uporabi energije u zgradama i ne smiju prelaziti propisane standarde. Time se vode i projektanti kada izrađuju projekt za pasivnu kuću koja nema u pogledu fizikalno – građevnih zahtjeva razlika, već se postavljaju visoki zahtjevi u uporabi komponenata kao što su[5]:

- toplinska zaštita: prolaz topline U svih građevinskih elemenata mora biti manja od 0.15 W/m<sup>2</sup>K
- izvanredna zrakonepropusnost, kontrolirana s tlačnim pokusom po DIN EN 13829 – vrijednost n<sub>50</sub> pri 50 Pa tlačne razlike ne smije prijeći 0.6 1/h
- ostakljenje s U<sub>d</sub> ispod 0.8 W/m<sup>2</sup>K, pri visokom faktoru prolaza cijeloga sunčeva zračenja, tako da su zimi mogući dobitci topline
- najniži toplinski gubici pri pripremi i distribuciji sanitarne vode
- učinkovito iskorištavanje električne energije u gospodarstvu (uređaji iz energetskog razreda A i A+)

Ovo su samo osnovni parametri koje treba poštovati kada se gradi kuća te vrste, a treba paziti da se ukomponiraju svi materijali koji pospješuju smanjenju emisija ugljikova dioksida u smisleni projekt.

### 3. OSNOVNI PRINCIPI IZGRADNJE AUTONOMNIH KUĆA I KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

U ovom poglavlju biti će pojašnjeni osnovni principi na koje treba paziti pri izgradnji autonomnih kuća. Postoji naime poželjna orijentacija kuće koja utječe na grijanje kuće i njezin oblik. Navode se načini prikupljanja potrebne energije putem sunčevih kolektora za zagrijavanje vode i panela za proizvodnju autonomne električne energije, te načini opskrbe vodom pomoću sakupljanja kišnice ili cisterni koje sakupljaju potrebnu vodu. Slijedi osvrt na mogućnost ratarstva koje pospješuje život i smanjuje ukupne troškove stanovanja, te septičke jame. Zadovoljavajući rezultati biti će postignuti tek kada se poštuju faktori čime se smanjuje potreba za energijom.

#### 3.1. Orijehtacija

Za orijentaciju kuće uzima se smjer prema kojem je okrenuto pročelje kuće s obzirom na strane svijeta. Da bi se iskoristilo što više sunčeve energije, pročelja kuće moraju biti okrenuta na južnu stranu[5]. Uzima se u obzir da količina dobivene energije ovisi o godišnjem dobu i dnevnom kretanju sunca, da je na istočnoj strani kuća obasjana u jutarnjim satima, a da je u večernjim satima kuća obasjana na zapadnoj strani. Sunce zimi obasjava južnu stranu, čime utječe na veću količinu zagrijanog prostora, nego zapadnu i istočnu stranu. Promatranjem kuće u ljetnom periodu uočava se razlika u obasjavanju u odnosu na zimu takva da sunce obasjava više zapadnu i istočnu stranu, a najmanje južnu (slika 3.1.).



Slika 3.1. Ljetno i zimsko obasjavanje kuće [6]

Zaključuje se da je u doba velikih vrućina ljeti, te hladnih i kratkih dana zimi, za obasjavanje autonomnih kuća koje imaju velika staklena pročelja idealna orijentiranost pročelja na južnoj strani iz razloga koji su prije navedeni.



### 3.2. Iskoristivost sunčeve energije

Glavni izvor energije koja se može koristiti u kućanstvu je solarna energija. Činjenica je da se u današnje doba tehnologije koristi jako puno električne energije. Sunce kao neiscrpan obnovljivi izvor energije koji svojim elektromagnetskim zračenjem obasjava zemlju i ne košta ništa, uz posebne sustave može dati veliku količinu energije koja se na različite načine iskorištava. Na slici (slika 3.2.) se vidi koliki je ukupni godišnji prinos sunčeve energije u usporedbi s ostalim izvorima energije. Isti je znatno iznad prosjeka potrebnih količina i zbog toga ga se mora što bolje iskoristiti i idealan je za autonomne kuće jer u suštini osigurava njihovu autonomnost.



Slika 3.2. Usporedba količine godišnjeg sunčevog zračenja na površini zemlje [7]

Ogromna količina sunčevog zračenja je svake godine upućena na zemlju i iznosi  $3,8 \cdot 10^{23}$  kW, odnosno  $3,3 \cdot 10^{27}$  kWh/god, ali samo jedan mali dio stigne do atmosfere i to  $1,53 \cdot 10^{18}$  kWh/god [7].

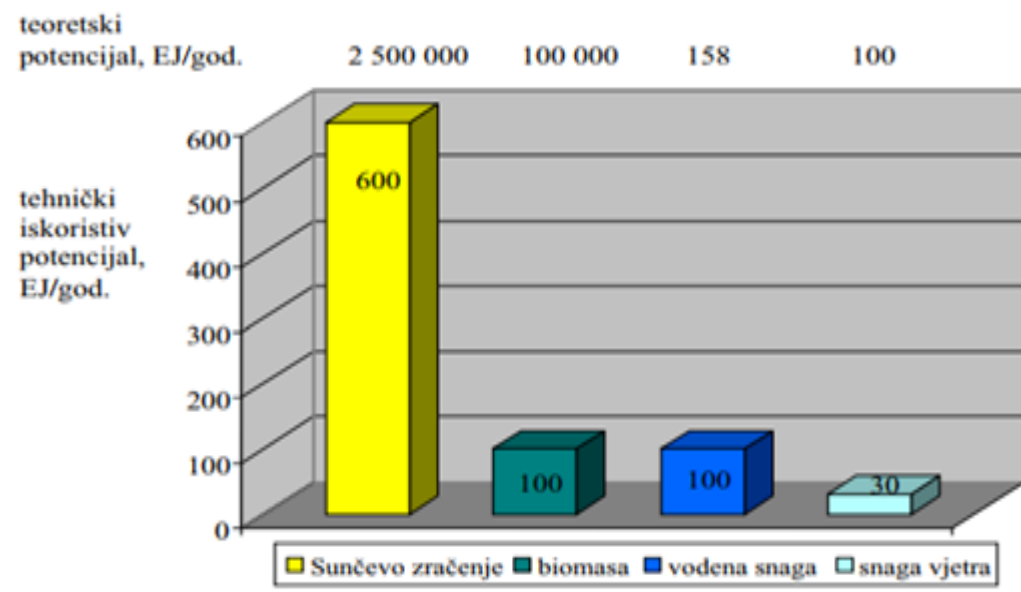
Ako se to prikaže grafički onda je žuta kocka koja predstavlja sunčevu energiju 50 puta veća od ukupnih zaliha nuklearnih i fosilnih goriva na zemlji. Naravno da se ne iskoristi sva ta energija na solarne panele i kolektore, ali na području Istre koja u ljetnim satima, na mnogim kućama, broji po 16 h obasjanih krovova na koje ih se može postaviti, ista je sasvim dovoljna.

Nadalje izvori energije kao što su: vjetar, hidro energija, termalna energija koja se dobiva izgaranjem i solarni kolektori različiti oblici pretvorbe energije sunčeva zračenja (slika 3.3.).



Slika 3.3. Oblici pretvorbe sunčeve energije kao izvor energije za autonomne kuće [7]

Studija Hrvatske stručne udruge za sunčevu energiju zaključuje da je potencijal energije dobiven Suncem toliki da bi se mogle zanemariti svi ostali nekonvencionalni izvori energije kao što je prikazano na grafu na slici (slika 3.4.), gdje su vrijednosti predstavljene u eksadžulima (EJ).



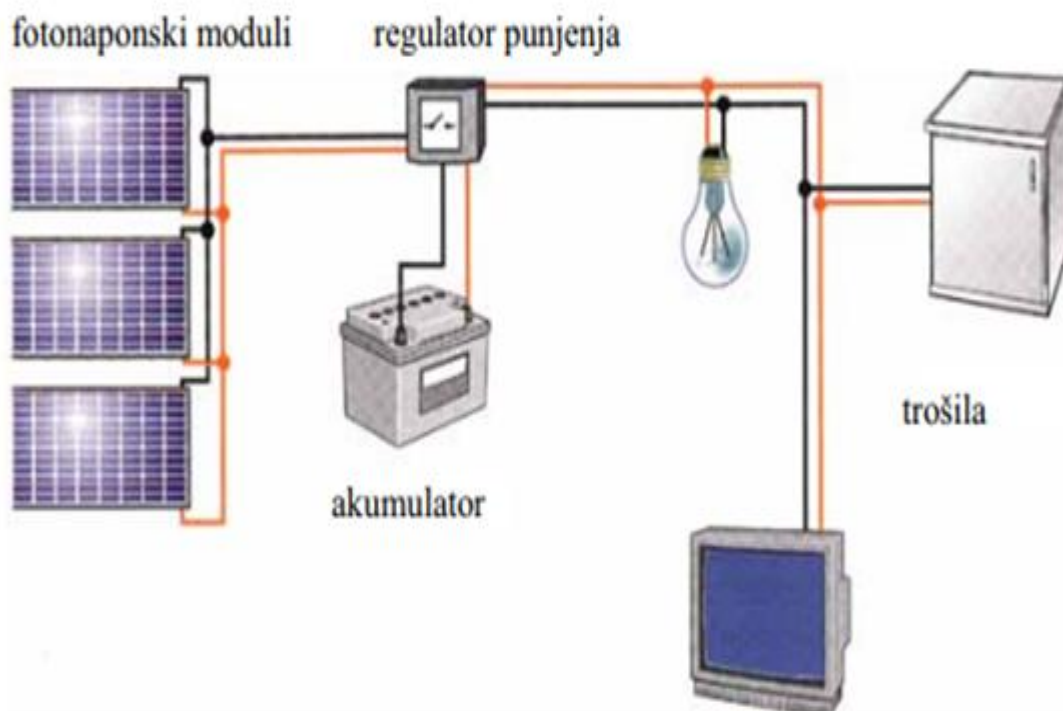
Slika 3.4. Potencijal energije sunca u eksadžulima [7]

### 3.2.1. Samostalni fotonaponski sustavi

Do danas je izrada sunčevih fotonaponskih sustava jako napredovala. U ovom radu se govori o malima sustavima koji se mogu instalirati na krovne kuća ili u neposrednoj blizini na imanju te nisu povezani na sustav opskrbe električne energije koju isporučuje HEP tzv.(engl. off – grid). Takvi sustavi se nazivaju samostalni fotonaponski sustavi (engl. Stand – alone systems), koji se mogu izvesti s akumulatorima za pohranu energije ili mogu biti u kombinaciji s različitim generatorima do vjetroagregata pa do benzinskih ili dizel agregatima kao hibridni sustavi.

Temeljne komponente samostalnog fotonaponskog sustava prema europskim studijama su (slika 3.5.):

- fotonaponski moduli
- regulator punjenja (ako imamo akumulatora)
- akumulatori
- trošila
- izmjenjivač (ako imamo trošila na izmjeničnu struju)

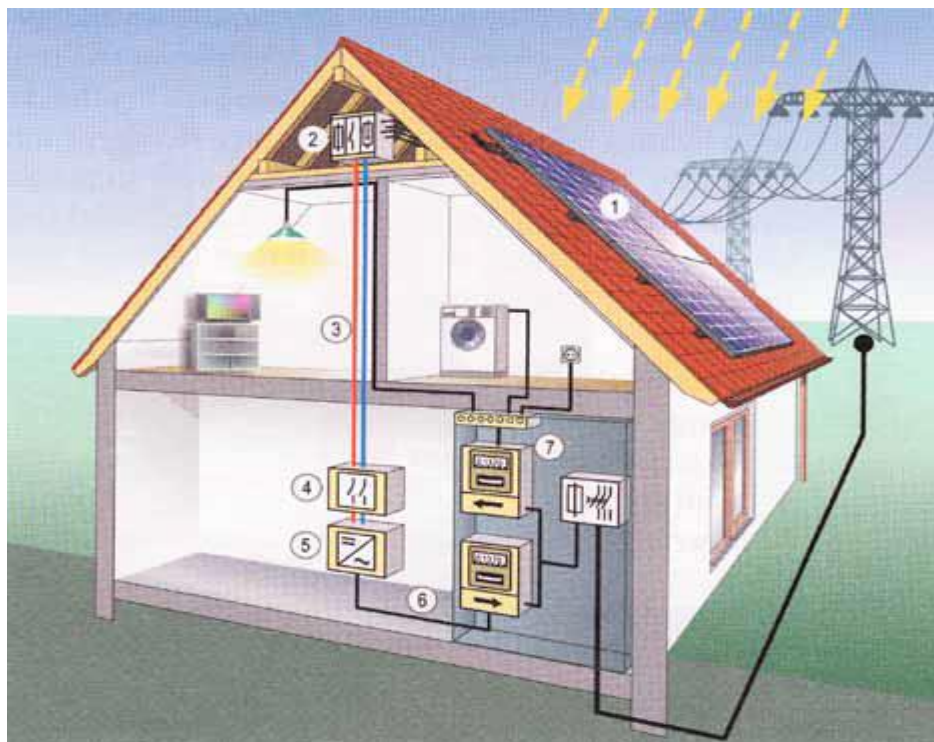


Slika 3.5. Samostalni fotonaponski sustavi za trošila na istosmjernu struju [7]

Slika pokazuje kako se putem fotonaponskih modula skuplja energija sunca koja se pohranjuje u akumulatoru da bi se mogla trošiti u periodima kada nema sunca. Regulatori punjenja su potrebni da se akumulatori ne bi pregrijavali kod napunjenog stanja i time prouzročili velike štete sustavu.

Teorijski kada je akumulator pun, a ima i dalje sunčeve energije koja obasjava sustav i trošila rade, može se direktno trošiti proizvedena energija.

Najčešći primjer je da se fotonaponski sustav priključuje na javnu mrežu preko kućne instalacije (slika 3.6.).



Slika 3.6. Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije [7]

Ovakav sustav ima na krovu fotonaponski modul (1) spojen serijski ili serijski-paralelno, proizvodi istosmjernu struju i povezuje je sa razdjelnim ormarićem modula (2). Od tamo proizvedena električna energija putuje kablovima preko glavne sklopke (4) do solarnog transformatora (5) koji pretvara istosmjernu struju u izmjenični napon reguliranog iznosa i frekvencije da se može predavati u elektroenergetsku mrežu. U ovakvim sustavima postoje dva brojila kod kojih jedno broji proizvedeni napon (6) upućen u javnu mrežu, a drugi je postavljen da broji potrošenu energiju u kućanstvu.

Ovakav sustav se uzima kao pokazatelj koliko se godišnje može zaraditi, tj. u ovom slučaju uštedjeti novca na neplaćanje računa za struju. Omjerom učinkovitosti PR (engl. *Performance ratio*) definira se kao omjer između stvarno dobivene električne energije fotonaponskog sustava i dobivene energije na solarnim panelima računa se prema formuli (3.1):

$$PR = \frac{E_{st}}{E_{fn}} \quad (3.1)$$

gdje je:

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

$E_{FN}$  dobivena energija iz fotonaponskih modula, kWh

Dobivena energija iz fotonaponskih modula  $E_{FN}$  računa se prema izrazu (3.2):

$$E_{FN} = E_z * \eta_m * A_m \text{ [kWh]} \quad (3.2)$$

gdje je:

$E_z$  upadna energija sunčeva zračenja na module, kWh/m<sup>2</sup>

$\eta_m$  stupanj djelovanja modula

$A_m$  površina modula, m<sup>2</sup>

Godišnja dobit na istarskom podneblju, prema tablici dobitka energije (tablica 3.1.) točnije za Pulu je 16 432 kWh što je dovoljno za četveročlanu obitelj. Uzima se u obzir postavljanja samostalnih fotonaponskih sustava na autonomnu kuću u Istri kao spas prirode.

Tablica 3.1. Dobivena električna energija iz fotonaponskog sustava u gradovima RH [7]

grad	upadna energija sunčeva zračenja na nagmte module, $E_z$ , kWh/m <sup>2</sup>	dobivena energija iz fotonaponskih modula, $E_{FN}$ , kWh	dobivena el. energija iz fotonaponskog sustava, $E_d$ , kWh	specifična godišnja proizvedena el. energija kWh/kW <sub>p</sub>
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

### 3.2.2. Solarni kolektori

Za potrebe zagrijavanja tople vode potrebno je izraditi solarne kolektore koje je moguće kupiti u slobodnoj prodaji, ali za puno višu cijenu nego kada se oni izrađuju sami. U ožujku 2016. godine autor je sudjelovao na radionici izrade solarnog kolektora u sklopu proljetne škole tehničkih aktivnosti i u daljnjem tekstu će ih obraditi. Idealni su za postavljanje na autonomne kuće, čine ih odličnim izborom u iskorištavanju obnovljivih izvora energije i time ne štete okolišu.

Potrebni materijali za izradu jednog solarnog kolektora su (tablica 3.2.):

Tablica 3.2. Potrebni materijali za izradu kolektora

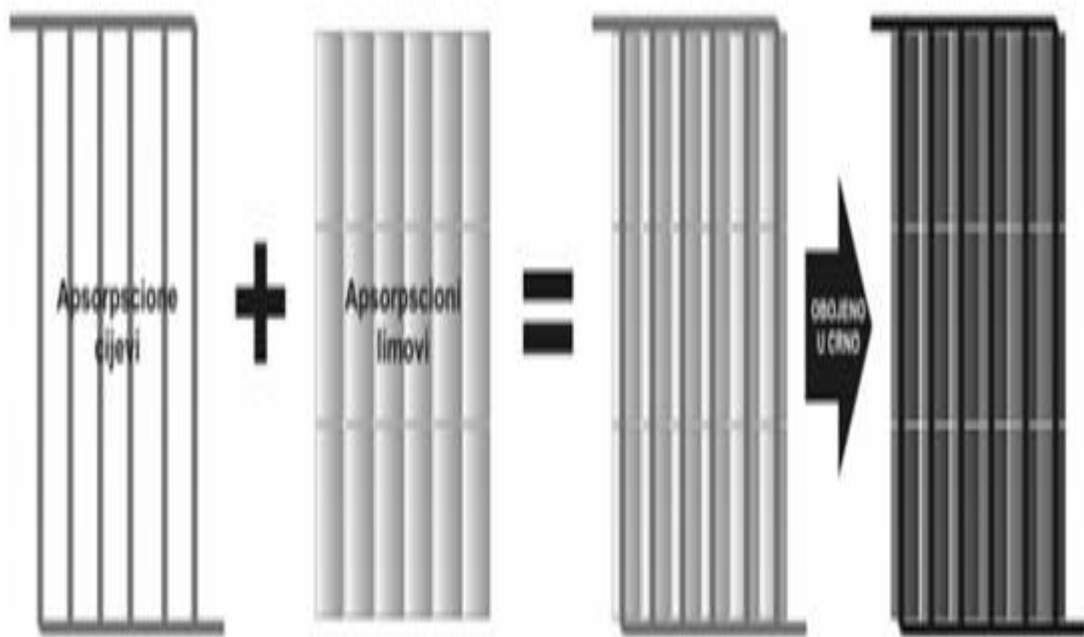
Materijal	Dimenzije (mm)	Količina
Čelični U profil	2000 x 100 x 1,25	4 kom
Aluminijski lim	2000 x 1000 x 0,5	2 kom
Aluminijski L profil	20 x 20	6 m
Kaljeno staklo	1985 x 985x 4	1 kom
Alu folija	Debljine 0,1	2 m <sup>2</sup>
Bakrene cijevi	Ø 22	2,5 m
Bakrene cijevi	Ø 15	10 m
Bakreni T fitinzi	T 22 / 15 / 22	10 kom
Električarska žica	2,5 mm <sup>2</sup>	6 m
Pop zakovice	4 x 8	70 kom
Kamena vuna	Debljina 50	2 m <sup>2</sup>
Crna mat boja za metal	200 g	¼ tegle
Žica za meko lemljenje	3 mm	¼ role
Pasta za lemljenje		¼ kutije
Silikonski kit- prozirni		½ tube
Silikonski kit otporan na visoke temperature		1 tuba

Izrada solarnog kolektora započinje izradom upijača energije (solarnog apsorbera). Preko njega se svjetlosna energija Sunca pretvara u toplinsku. On se sastoji od aluminijskih krilca na koje se uz pomoć ručne hidraulične preše izrađuje U – profili za bakrene cijevi koje kasnije čine povezanu nepropusnu rešetku. Nakon toga uz pomoć bakrene žice krilca na kojima se izbuše provrti Ø 3mm (slika 3.7.) vežu na bakrenu rešetku koju izrađuje drugi tim učenika (slika 3.10.).



Slika 3.7. Izrada bakrene rešetke i okvira

Radi boljeg učvršćivanja koristi se silikonski kit otporan na visoke temperature i time poboljšava učvršćenje krilca. Nakon toga izrađuje se aluminijski okvir koji se spaja pop zakovicama i potom krilca, cijevi i okvir premazuju crnom bojom radi bolje apsorpcije topline (slika 3.8.).



Slika 3.8. Shema sastavljanja toplinskog kolektora

U okvir se umeće mineralna vuna kao izolacijsko sredstvo i preko nje postavlja aluminijska folija na kojoj leži bakrena rešetka s krilcima i sve skupa se zatvara staklenom prozirnomo pločom.



Slika 3.9. Gotovi solarni kolektori

Radi jednostavnosti izrade samog kolektora ne treba kupovati gotov proizvod nego je moguće samostalno izraditi svoj. Time se štedi na novcu, a vrijeme je korisno iskorišteno.



Slika 3.10. Povezivanje aluminijskih krilaca bakrenom žicom

### 3.2.3. Instaliranje panela

Instalacija fotonaponskih panela i kolektora je vrlo slična pa će u daljnjem tekstu autor pojasniti principe instaliranja kolektora koji se može primijeniti na oba sustava.

Panel je najbolje postaviti na južnu stranu krova, no nije nužno, naravno ukoliko ne postoje uvjeti da se postave negdje drugdje na parceli, gdje ima više sunca. Na krovu se postavljaju L – profili koji su napravljeni prema dimenzijama kolektora i premazani su zaštitnim premazom protiv korozije. Kućišta imaju rupe za montiranje na krovne nosače i rupe za pričvršćivanje kolektora.

Isti ima dvostruku svrhu:

1. odiže kolektor od krovušta da kiša može slobodno protjecati niz krov cca 10 cm
2. pridržava kolektor da ga vjetar ne bi otpuhao



Pričvršćivanje konstrukcije treba izvesti tako da se izbuše rupe između dvije krovne grede. Postave se ogovarajući vijci i distancer u obliku šuplje bakrene cijevi kroz koje će proći metalni vijci i na taj način pridržavati cijelu konstrukciju na željenoj udaljenosti kao što je prikazano (slika 3.11.).



Slika 3.11. Postavljanje metalne L – konstrukcije solarnog panela/kolektora

Naposljetku se cijeli sustav povezuje s instalacijama koje su provedene po kući i na vrhu gdje je najviša točka postavlja se na cjevovod ventil za ozračivanje koji ispušta zrak koji se s vremenom skuplja u cjevovodu, a mogao bi dovesti do nepravilnog rada sustava i izbijanja kvarova.

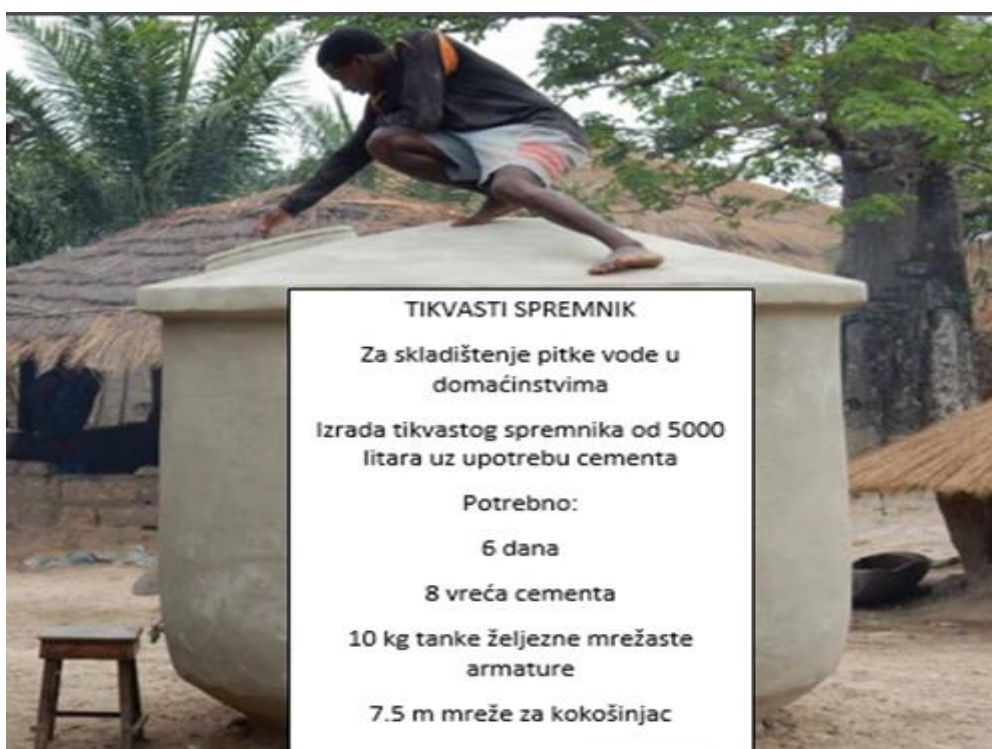


### 3.3. Opskrba vodom

Jedan od glavnih izvora života je voda, koja je neophodna za autonomne kuće. Voda se u Istri prikuplja još od davnina u cisternama koje su izgrađene u vrtovima. Druga opcija je kopanje bunara, ali tu je ograničenje dubina kopanja i raznovrsne pumpe koje traže dodatna ulaganja. Također zakon postavlja ograničenja jer ako je dubina bušotine iznad prosjeka zadana aktom Ministarstva graditeljstva onda je potrebno plaćanje komunalija i time autonomna kuća prestaje biti autonomna. Ove godine je autor sudjelovao na radionici izrade jedne vrste cisterne zvane „CALABASH“ koja je izrađena od gline i slame o kojoj će biti riječi u daljnjem tekstu. Njezina izrada traje 6 dana, a volumna zapremina je 5000 l. Na isti način se može napraviti i cisterna ukopana u zemlju, ali zbog bolje vizualne percepcije prikazati će se varijanta na površini zemlje.

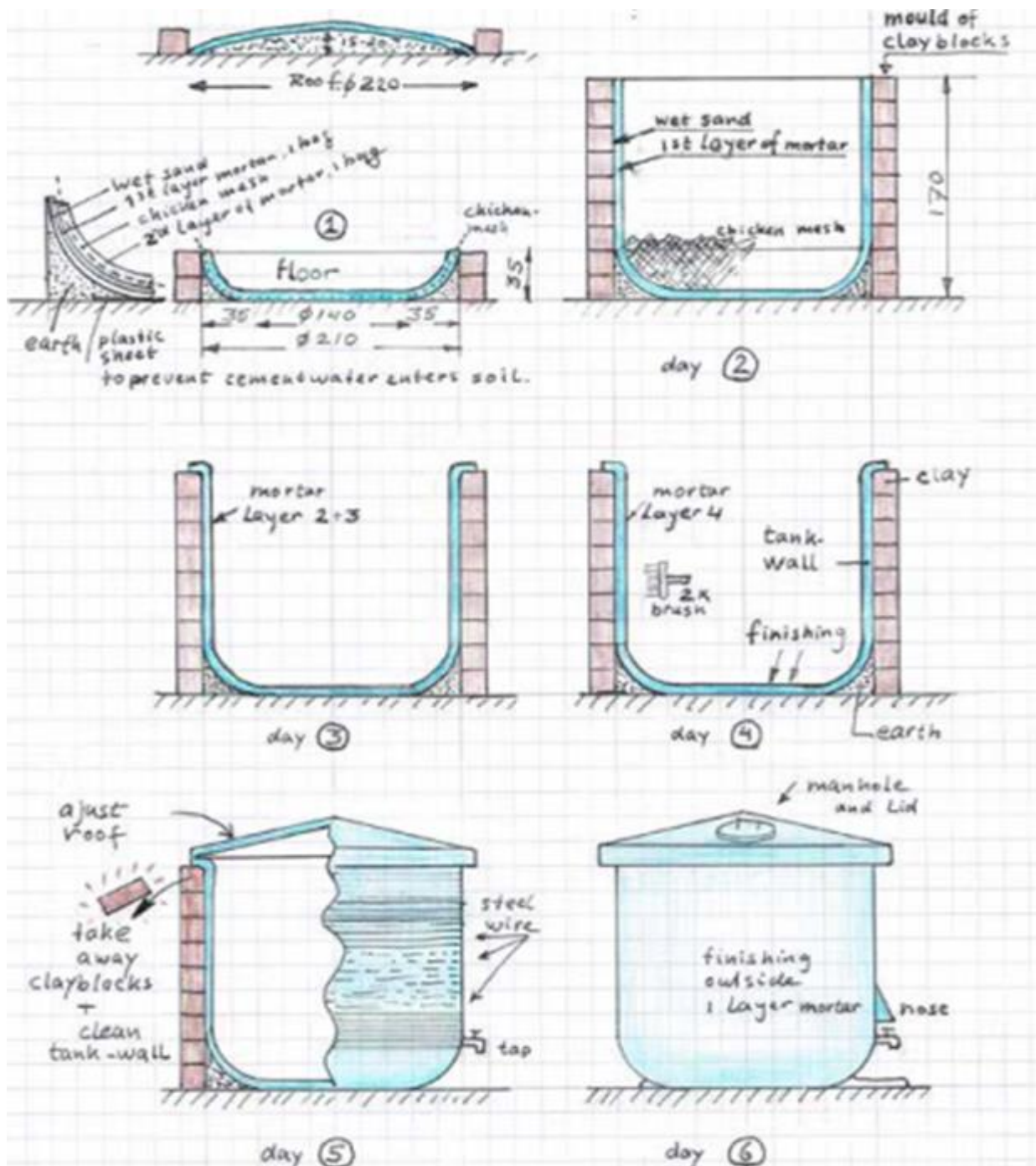
#### 3.3.1. Cisterne calabash

Calabash cisterne su dobile naziv prema svom obliku (slika 3.13), a u prijevodu on označava „tikvasti spremnik za pitku vodu“. U nastavku autor koristiti izvorni naziv zbog jednostavnosti pisanja.



Slika 3.13. Calabash cisterne za vodu [9]

Oblik nije slučajno odabran, naime ovaka vrsta oblika pospješuje čvrstoću same konstrukcije pri čemu ne nastaju pukotine u oplati. U nastavku (slika 3.14.) su originalni nacrti i redoslijed izrade po danima.



Slika 3.14. Izrada spremnika po danima

## Materijali:

- 240 glinenih blokova za izradu kostura (vanjskih rubova spremnika) 15x15x30 cm i ti isti glineni blokovi se kasnije mogu ponovo koristiti za izradu novih spremnika ili za drugu uporabu
- 8 vreća cementa od 50 kg
- 10 kg mekane čelične mreže
- 7.5 m mreže za kokošinjac (može se nabaviti u prodavaonici poljoprivrednih potrepština)
- 8 m plastične folije širine 2 m
- 50 cm čelične šipke, debljine Ø 6 mm za rukohvat
- 20 kolica gline
- 600 l vode

Prvi dan je izgrađeno ležište tako da se poslažu dva reda cigli širine promjera 210 cm, a unutar kruga se ucrtta manji promjer od 140 cm koji predstavlja ležište spremnika. Izrezuje se plastična folija da pokrije cijeli unutarnji obruč, pazeći pritom da se pusti 10 cm više od samog ruba da mort (gline + cement) ne procuri. Uz rub cigli se nanese zemlja tako da čini laganu zaobljenu kosinu na koju se potom nanese sloj mokrog pijeska. Na taj pijesak se nanosi prvi sloj morta koji se prethodno izmiješa. Na mort se utisne mreža za kokošinjac, jer su njezina svojstva pogodna za lijepo oblikovanje i preko nje se nanese još jedan sloj mješavine gline i cementa. Mreža se postavi tako da se ostavi višak koji će se povezati s bridovima zida.

Drugi dan se izgrađuje ostatak glinene konstrukcije u obliku bunara do visine od 170 cm, i ispunjavaju se pukotine između cigli mokrim pijeskom, pritom pazeći da je zid ravan i gladak s unutarnje strane. Na stjenke se nanosi sloj morta i ponavlja se postupak koji se koristio za podnožje. Pušta se da se osuši do sutradan, a za to vrijeme se izrađuje pokrov za spremnik. Na zemlji se napravi izbočeni kalup širine 220 cm, tako da je središnji dio izbočen cca 15 cm. Na kalup se postavlja plastična folija da se mort ne bi zalijepio. Na plastičnu površinu se nanese sloj

morta i utisne čelična mreža kao armatura za čvrstoću krova. Na proizvoljnom mjestu se postavi kanta za otvor, kroz koji se kasnije dolijeva voda, te se zagladi cijela površina.

Treći dan se dodaju još dva sloja morta unutar spremnika, izvadi se kanta iz pokrova i ugladi se površina.

Sljedećeg dana se sa zidarskom četkom zagladi unutarnja površina rijetkom mješavinom morta da bi površina bila protuhabajuća i protiv prebrzog isparavanja vode iz istoga.

Predzadnji dan se postavlja pokrov na spremnik nakon kojeg se dobro očisti vanjska strana spremnika od nanesenog mokrog pijeska i viška zemlje. Taj se postupak radi pomoću žičane četke, a mogu se koristiti i četke od slame jer su dovoljno grube. Na očišćenu podlogu polaže se čelična mreža, izbuši se otvor za ispuštanje vode i ponovo se nanese tanki sloj morta preko svega.

Bitno je da se cijela konstrukcija polagano suši sljedećih 7 dana, da ne bi došlo do pucanja stjenki uslijed prebrzog stiskanja morta. Postupak vlaženja površine koristi se u konvencionalnom graditeljstvu kada se izlijevaju velike površine betona, da ne bi došlo do nastanka pukotina..

### 3.3.2. Plastični spremnici od 1000 l

Druga mogućnost na autonomnim kućama su plastični kontejneri koji sakupljaju kišnicu ili se mogu puniti cisternama. Spremnici su izrađeni od HDPE plastike za koju se smatra da ispušta najmanje kemikalija. Spremnici imaju najčešće metalni okvir i izlaze za crijevo te ga koristiti za navodnjavanje ili ako se na vanjski dio priključi pumpa za vodu onda se ta voda može koristiti i u kućanstvu.

Zapremina je od 1055 l, težina do 25 kg, a njihova se cijena kreće oko 1500 kn (slika 3.15.) i moguće ih je pronaći u okolnim trgovačkim lancima.



Slika 3.15. Spremnici za vodu od 1000 l [10]

Autoru je iz iskustva poznato da se za jedno domaćinstvo na mjesečnoj bazi potroši oko 4000 l na četveročlanu obitelj. Spremnici bi se mogli povezati u seriju. Za potrebe ratarstva bi se moglo postaviti dodatni spremnik za vodu koji bi se punio kišnicom i time bi se smanjila potrošnja vode na imanju, a spremnici bi bili povezani na oluke kuće i tako bi se punili.

### **3.4. Septičke jame**

Kao sustav za otpadne vode autor je izradio proračun za četveročlanu obitelj. U proračunu je obuhvaćena instalacija vodovodne mreže koja se zanemaruje u daljnjem radu. Autor je naime svojim sustavom predvidio da se kišnica umjesto ispuštanja na tlo skuplja u spremnike za vodu.

#### **3.4.1. Mreža fekalne kanalizacije**

Odvođi po kupaonicama i sanitarijama, te odvodne vertikale dimenzionirane su empirijski, a prema postojećim tablicama sa propisanim minimalnim dimenzijama unutarnjih promjera cijevi. Propisan unutarnji promjer temeljne mreže na koju se pripajaju sanitarni čvorovi je min  $\phi$  150 mm. Kod projektiranja predmetne kanalizacije treba se pridržavati navedenih propisa i uzanci struke. Odvođi u kupaonicama, kuhinji i vertikale su od PVC cijevi. Temeljni vodovi su od PVC – UKC cijevi.

#### **3.4.2. Proračun sabirne jame**

Proračunom se utvrđuje količina Q prolaska količine fekalija. Utvrđeno je da se u prosjeku jama napuni za 560 l po danu. Volumen jame od  $35\text{m}^3$  bio bi napunjen za 62,5 dana.

Proizlazi da bi se septička jama praznila jedanput u dva mjeseca za četveročlanu obitelj konvencionalno. Kako bi se smanjio broj naplatnih pražnjenja septičke jame autor predlaže da se ugradi mali sustav obrade otpadnih voda kako bi se čim veća količina tvari vratila u ekosustav na prihvatljiv način[4].





ekološki osviješten pristup.

### 3.5. Kompostiranje otpada

Kada bi se sav otpad u posudi za smeće razvrstao i odvojeno složio, ustanovilo bi se da organski otpad čini oko 30% ukupnog otpada u kućanstvu. Ostatci voća i povrća, ljuške od jajeta, talog kave, ostatci čaja i biljni otpad iz vrta ubrajaju se u biorazgradivi otpad koji se od davnina kompostiranjem pretvara u korisno dobro. Kompostiranje je prastara metoda pretvaranja organskih ostatak tvari u plodni humus koji se može primjenjivati u vlastitom vrtu. To je najprihvatljiviji način zbrinjavanja organskog otpada.

Kompostiranjem nastaju:

- vrijedne organske tvari koje poboljšavaju strukturu tla
- povećavaju mikrobiološku aktivnost tla
- pomažu zadržavanju vlage tla
- tlo čine prozračnim
- obogaćuju tlo hranjivim sastojcima
- povećavaju otpornost biljaka na bolesti i nametnike

Kompostiranjem zatvaramo prirodni ciklus kruženja tvari u prirodi i na taj način se odgovorno i aktivno sudjeluje u rješavanju problema otpada, tj. reciklira se trećina otpadaka. Time se pridonosi:

- povećanju kakvoće okoliša
- smanjenju onečišćenost zraka, tla i vode
- smanjenju volumena otpada i rasterećenju odlagališta.

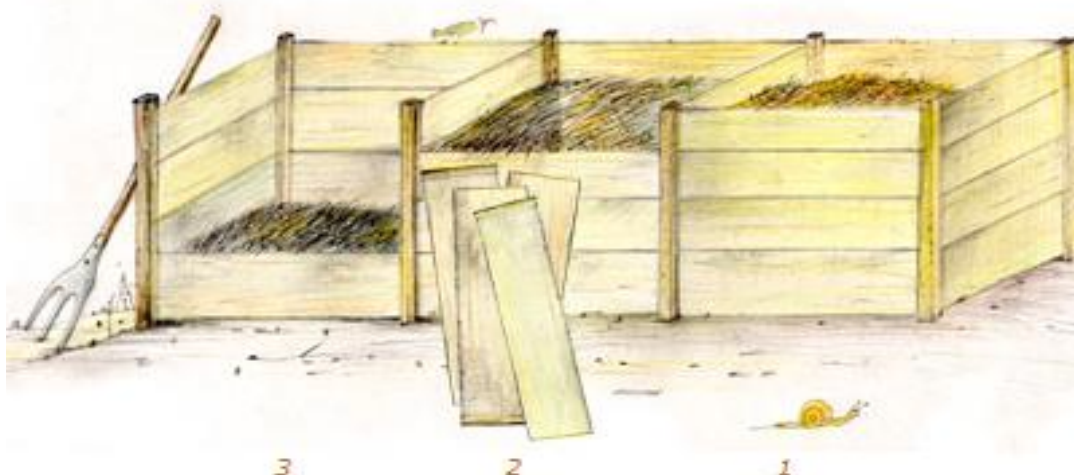
Autor se odlučio za kompostiranje u trodijelnom drvenom komposteru. Za ovakav način kompostiranja potrebno je u vrtu predvidjeti površinu od najmanje 4 m<sup>2</sup>(slika 3.18).

U prvom spremniku se sakupljaju zalihe drvenastog otpada iz vrta: suho granje, grančice, lišće, piljevina i sl. Taj se otpad usitnjava i služi za miješanje s kuhinjskim otpadom čime se regulira vlažnost i poboljšava struktura otpada namijenjenog kompostiranju. Drugi spremnik se puni otpadom iz vrta ili kuhinje, te se pritom miješa sa suhim otpadom iz prvog spremnika. Nakon svakog nanošenja novog kompostnog materijala cijela hrpa se pospe s malo gašenog vapna ili tankim slojem zemlje kako bi se neutralizirao miris. Hrpa se povremeno mora rastresiti s vilama zbog boljeg kompostiranja otpada. Kada se sakupi dovoljno materijala ili najkasnije nakon 3 mjeseca, kompost iz drugog odjeljka se prebacuje u treći odjeljak i pušta se da dozrijeva. Poželjno

je da se prije svakog nanošenja treća hrpa rastrese vilama, a tek onda na nju položiti novi materijal iz druge hrpe i to tako da ih se međusobno ne miješa.

Pri kompostiranju mora se paziti na: sastav kompostnog materijala, vlažnost, prozračnost kompostne hrpe i temperaturu komposta. Zrelost komposta može se provjeriti jednostavnim testom sadnje sjemena koji brzo klija, npr. sjeme salate. Zdjelicu s kompostom u kojoj je zasađena salata pušta se na svijetlom mjestu, pazeći pritom na vlažnost. Nakon nekoliko dana provjerava se da li je sjeme ravnomjerno izraslo bez anomalija po lišću. Ako nije tako kompost treba ostaviti još neko vrijeme da dozrijeva. Uspješnost kompostiranja će biti povećana ako se slijede pravila za uspješno kompostiranje:

- Kompostni materijal nikada ne stavljati u rupu u tlu jer će zbog nedostatka kisika doći do truljenja i neugodnog mirisa
- Kompost se mora postaviti na propusnu podlogu koja mora biti u izravnom dodiru s tlom kako bi mikroorganizmi iz tla imali nesmetan pristup kompostištu
- Unutar svakog spremnika treba postaviti na dno oko 20 cm granja, iverja ili pruća
- Pokošenu travu treba stavljati tek kada se posuši i to u tankom sloju
- Organski otpad usitnimo i svaki odloženi sloj možemo posuti vrtnom zemljom ili gotovim kompostom čime se pospješuje proces razgradnje kompostnog materijala
- Meso, kosti, i kuhana jela ne postavljamo na kompost
- Kompost se mora održavati umjereno vlažnim zbog mikroorganizama kojima je potrebna vlaga, ali ne smije biti previše vlažno jer će isti uginuti uslijed nedostatka kisika
- Kompostna jama se može pokrivati
- Kompostnu hrpu povremeno preokrenuti i rastresti



Slika 3.18. Trodiyelni komposter [11]

#### 4. INDUSTRIJSKA KONOPLJA KAO GRAĐEVNI MATERIJAL



Slika 4.1. Mogućnosti primjene industrijske konoplje

Kao građevni materijal (slika 4.1.) upotrebljava se stabljika konoplje, koja se preša u snopove različitih veličina. Iz dugih konopljinih vlakana dobiva se konopljina vuna. Konopljina snažna vlakna osiguravaju stabilnost i dugotrajnost temelja koji su otporni na različite štetnike.

Kompozitni materijal je načinjen od mješavine netaljivih makro komponenata. Sastoji se od matrice (osnovni materijal određenih svojstava) i dodatka (za postizanje potrebnih svojstava).

Svojstva kompozita ovise o konstituentima (matrica + dodatci), volumnim udjelima, oblicima, veličinama i o samoj prirodi materijala. Kompoziti s vlaknima imaju povećanu čvrstoću, krutost, otpornost na starenje, poboljšan odnos čvrstoće i težine. Nedostatak im je slaba čvrstoća na povišenoj temperaturi. Kompoziti od konoplje su do dva puta snažniji od drveta i dobro prenose opterećenje u svim smjerovima, čime je konstrukcija od industrijske konoplje iznimno sigurna.

Kuće od industrijske konoplje su kompozitne kuće. Matricu sačinjavaju vlakna dobivena preradom konoplje, a vapno služi kao vezivo. Postoje raznovrsne mogućnosti izrade, kao npr. blokovi od konoplje i vapna koji se slažu kao cigle ili oplata u koju se postavlja armatura te ulijeva kompozit konoplje i vapna.

Zbog odličnih izolacijskih tehničkih svojstava, danas se od konopljine vune izrađuju izolacijske ploče primjerene za izolaciju podova, vanjskih zidova i krovova. Kao i svi prirodni izolacijski materijali i konoplja omogućava cirkulaciju zraka u prostoru i na taj način sprječava nastanak plijesni, a pritom je i dobar anti alergen. Na taj način za čovjeka stvara zdrav životni prostor.

#### **4.1. Vapno**

Vapno je nesumnjivo najrasprostranjenije i najčešće rabljeno vezivo u graditeljstvu od začetaka civilizacije do današnjih dana. To nije potrebno posebno isticati jer dokaze da se vapno upotrebljavalo od pamtivijeka susrećemo i na ostacima najstarijih građevina. Relativno jednostavna proizvodnja i dostupnost olakšavala je njegovu primjenu. S vremenom se proizvodnja vapna razvila u raširen i unosan obrt, a u našim se krajevima zbog obilja vapnenca često javljala kao dodatna aktivnost poljoprivrednika za premazivanje stabla biljke protiv insekata. Primjenjuje se za ličenje i dezinfekciju unutrašnjih i vanjskih zidova, te u mnogim drugim djelatnostima.

Proizvodnja vapna štetna je za okoliš jer se tijekom pečenja kalcijeva karbonata na 900°C oslobađa ugljikov dioksid. No kada se ujedini s konopljom koja u iznimnim količinama koristi ugljikov dioksid, tada vapno postaje koristan ekološki materijal. Vapno je razgradiv materijal (slika 4.2.), te ako se građevina uništi, vapno će se iz nje kišama isprati u zemlju.



Slika 4.2. Cirkularni tok vapna

#### 4.2. Kompozit vapno-konoplja

Mješavina konopljinih vlakana i vapna pomiješanog s vodom sačinjava bio kompozitni materijal odličnih karakterističnih svojstava. Ovaj kompozit je krut, lagan, dugotrajan i pokazuje odličnu toplinsku izolaciju i paropropusnost. Vapno je sa svojim kemijskim i fizikalnim svojstvima idealno za kombinaciju s industrijskom konopljom. U svojoj osnovi je lužnato i tako djeluje kao prirodni baktericid te osigurava konopljinom vlaknu sigurnost od plijesni i bakterija.

#### 4.3. Izgradnja blokova i zidova od konoplje (izgradnja armature za zidove i blokove)

Blokovi od konoplje izrađuju se zato da bi se lakše moglo graditi kuće i u nepovoljnim vremenskim uvjetima radi sušenja kompozita. Blokovi moraju imati armaturu koja može biti od raznovrsnih materijala. Armatura od konopljinih stabljika (slika 4.3.), jedna je od ekološki najpovoljnijih.



Slika 4.3. Vezivanje armature prirodnim vlaknima [12]

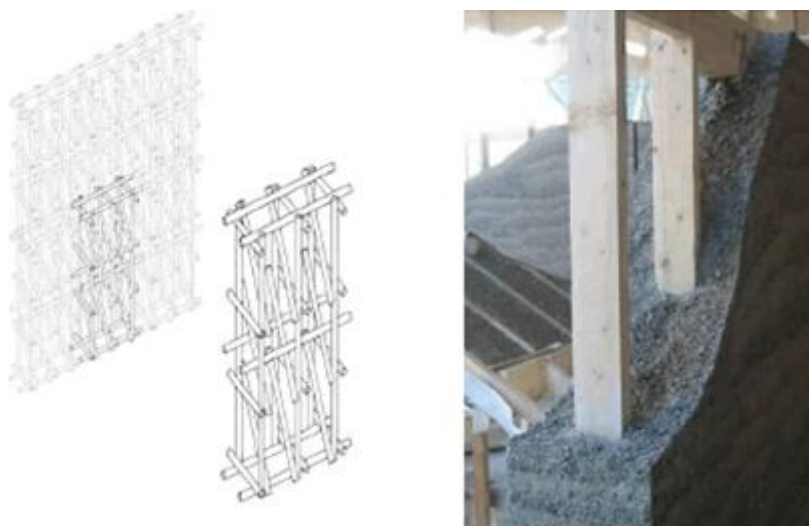
Stabljike konoplje vezujemo konopom od konoplje jednu uz drugu i probijemo kroz sredinu drveni klin. Klin služi da bi se povećala čvrstoća spoja. Princip je poznat još od davnina, a koristi se i u

današnjem armiranju betonskih zidova metalnom žicom. Zidari umjesto armiranog betonskog zida mogu napraviti armirani konopljin zid. Konopljine stabljike mogu se vezati ili u male armature za izradu blokova koji se mogu iskoristiti za konstrukciju pregradnih zidova (slika 4.4.) ili u dugotrajne lance po cijelom volumenu zida (slika 4.5. a)).



Slika 4.4. Armirani kalup za konopljin blok [12]

Umjesto konopljine armature može se iskoristiti i armatura od drvenih greda (slika 4.5. b)), koja ima odlična nosiva svojstva. Drvene grede su pogodne za velike nosive zidove, lako obradive i dobro se vežu u kompozitu.



Slika 4.5. a) konopljina armatura, b) nosive drvene grede [12]

#### 4.4. Izolacija od industrijske konoplje

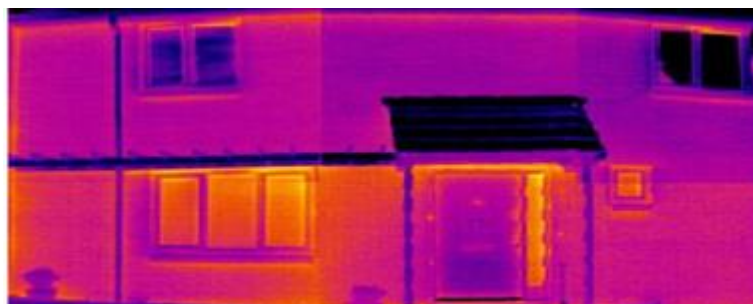
Izolacijom od konoplje, kao i izolacijom od prirodnih materijala općenito, postiže se izvrsna toplinska izolacija. Zadovoljava uvjetima protupožarne i zvučne izolacije i time postaje konkurentna na tržištu izolacija[13].

Vlakna od konoplje imaju jedinstvenu sposobnost upijanja vlage i njezinog ponovnog otpuštanja. Zahvaljujući visokoj propusnosti i provođenju vlage, stvara se zdrava mikroklima kuće, čime kuću prirodno štiti od plijesni, bakterija i drugih mikroorganizama odgovornih za izazivanje raznovrsnih alergija i bolesti. Izolacijske ploče od konoplje na dodir su glatke i ne sadrže iritacijska sredstva (slika 4.6.) te je rukovanje njima vrlo jednostavno i bezopasno. Mogu se koristiti pri izolaciji vanjskih i unutarnjih zidova, stropnoj izolaciji ili izolaciji krova, iako je za izolaciju krova najpogodnije ne staviti ništa jer je zrak najbolji izolator za krovove. Tada krovovi imaju prirodnu ventilaciju i ne stvara se vlaga koja pogoduje mikroorganizmima.



Slika 4.6. Izolacija od konoplje [13]

Iz fotografija napravljenih pomoću leća za termalnu osjetljivost može se utvrditi koliko kuće gube toplinu. Modre boje prikazuju manji gubitak topline, a crvena i žuta veći. Prikaz jedne stare betonske kuće (slika 4.7.) ukazuje na ogromni gubitak topline kroz zidove.



Slika 4.7. Toplinska postojanost betonske kuće [14]

Nasuprot betonskim, kuće od konoplje ne gube toliko topline jer su termopostojane. Prikazana kuća (slika 4.8.) prikazuje modriju boju zidova i slabije nijanse žute i crvene boje. To znači da je emisija topline manja.



Slika 4.8. Toplinska postojanost konopljine kuće [13]

#### **4.5. Ekonomska isplativost**

Industrijska konoplja vrlo je prilagodljiva biljka koja dobro uspijeva u našem podneblju. Biljci na našem području potrebno je 120-160 dana od sijanja do košnje pa može imati više uroda godišnje. U doba nezaposlenosti potrebno je okrenuti inicijativama i rješenjima kao što su uzgoj i prerada biljke u svrhu poboljšanja kvalitete i standarda života. Mora se uzeti u obzir da se preradom materijala uštedi i na potrošenoj energiji. Za izradu predmeta od konoplje nije potrebno potrošiti energije koliko i za izradu istog predmeta nekim od postupaka klasičnih konvencionalnih tehnologija. Preradom industrijske konoplje smanjuje se emisija ugljikova dioksida, čime se smanjuju troškovi za filtere i pročišćivat zrak koji su neophodni u mnogim današnjim tvornicama. U današnje doba imamo traktore za obradu zemlje navođene satelitom i kombajne s laserskom obradom usjeva i sortiranjem pri berbi. Time se ljudski rad zamjenjuje strojem, a pružaju se i mogućnosti za nova radna mjesta. Potiče se i prerada vlakana čime bi se mogle otvoriti tvornice za preradu industrijske konoplje. Otvarale bi se nove trgovine s proizvodima od industrijske konoplje što bi također pridonijelo otvaranju novih radnih mjesta [15]. U građevinarstvu bi se mogao pokrenuti lanac arhitektonskih i projektantskih idejnih rješenja koja bi također donijela nova radna mjesta.

Da bi projekt oko konoplje započeo i dao prve konkretne rezultate, potrebno je oko pet godina. Cjelovita liberalizacija i legalizacija konoplje za industrijsku, medicinsku i osobnu uporabu dovest će do gospodarskog rasta, uspostave društva odgovornog prema svojim članovima, posebice onim



ugroženima i slabijima te pozitivnih učinaka na okoliš. Projekt liberalizacije i legalizacije konoplje je u tom smislu projekt održivog razvoja u punom smislu te sintagme, a koji uz ostalo spaja značajan dio pozitivnih elemenata naše tradicije sa suvremenim trendovima ekonomskog razvoja, ali i vrlo diverzificiranim stilovima života sve većeg broja stanovništva[16].

#### **4.6. Ekološka isplativost**

Konoplja je biljka s iznimno velikim korijenom koji može narasti do 150 mm, te time rahli tlo. Na tvrdim tlima, nepovoljnima za obradu, konoplja može poslužiti kao pretkultura za omekšavanje tla. Kao što je već navedeno to je biljka koja upija iz tla teške metale i time čisti zemlju. Radi visine stabljike i velikih listova u njezinoj blizini ne rastu korovi. Ujedno je i vrlo otporna na nametnike jer ima svoj obrambeni mehanizam koji je poguban za male organizme. Biljku nije potrebno gnojiti niti tretirati pesticidima i herbicidima. Od konoplje se mogu izrađivati izdržljive igračke, namještaj, kreveti koji su otporni na bakterije i biorazgradivi. Za najmlađe mogao bi se pokrenuti lanac biorazgradivih pelena od konoplje. Vlakna su vrlo pogodna, ne nadražuju kožu i dobro upijaju tekućine. Vrećice u trgovačkim lancima, koje su napravljene od PVC folije, mogle bi se zamijeniti vrećicama izrađenim od vlakana konoplje. Smanjila bi se količina „uličnih vrećica“ koje vidimo da lete dok puše bura, zaustave se na stablu i razgrađuju po 400 godina. Naprotiv, konopljne vrećice mogu trajati godinama, a u prirodi se razgrade ne ostavljajući nikakve posljedice na okoliš. Time bi se smanjila količina komunalnog otpada i poboljšala kvaliteta okoliša. Vrlo jednostavan uzgoj od nekoliko mjeseci, uz minimalnu potrebu za vodom, čini ovu biljku idealnom za ekološku poljoprivredu, poboljšanje standarda života i spas prirode.

#### **4.7. Zakonski uvjeti za uzgoj industrijske konoplje u Republici Hrvatskoj**

Na temelju članka 13. stavka 2., članka 14. stavka 2. i članka 18. stavka 2. Zakona o suzbijanju zlouporabe opojnih droga (»Narodne novine«, broj 107/01, 87/02, 163/03, 141/04, 40/07, 149/09) ministar nadležan za poljoprivredu donosi pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje.

U Republici Hrvatskoj je dopušteno uzgajati konoplju (*Cannabis sativa* L.) u svrhu proizvodnje hrane za životinje i ljude ukoliko ona ne sadrži u suhoj tvari biljke preko 0.2% psihoaktivne supstance tetrahidrokanabinola. Zahtjev za dobivanje dozvole podnosi pravna ili fizička osoba ministarstvu nadležnom za poljoprivredu, najkasnije do 31. svibnja tekuće godine, putem posebnog obrasca.

Dozvolu za uzgoj konopljeima pravo osoba koja je: upisana u Upisnik poljoprivrednih gospodarstava, namjerava uzgajati konoplju na poljoprivrednom zemljištu u vlasništvu ili posjedu na površini većoj od 1 hektarima i nije osuđivana za kazneno djelo zlouporabe droga najmanje 5 godina od datuma davanja zahtjeva. Za kupljeno sjeme osoba je dužna čuvati račun o kupnji sjemena na kojem se vidi količina kao i certifikat o sjemenskom pakiranju. Smiju se koristiti sorte koje su priznate u državama Europske unije i nalaze se na Zajedničkoj sortnoj listi Europske unije. Sorte konoplje prihvatljive za uzgoj u skladu s Pravilnikom[17] su sljedeće: *Armanca, Asso, Beniko, Bialobrzeskie, Bialobrzeskie, Cannakomp, Carma, Carmagnola, Chamaeleon, Codimono, CS, Delta-llosa* i druge.

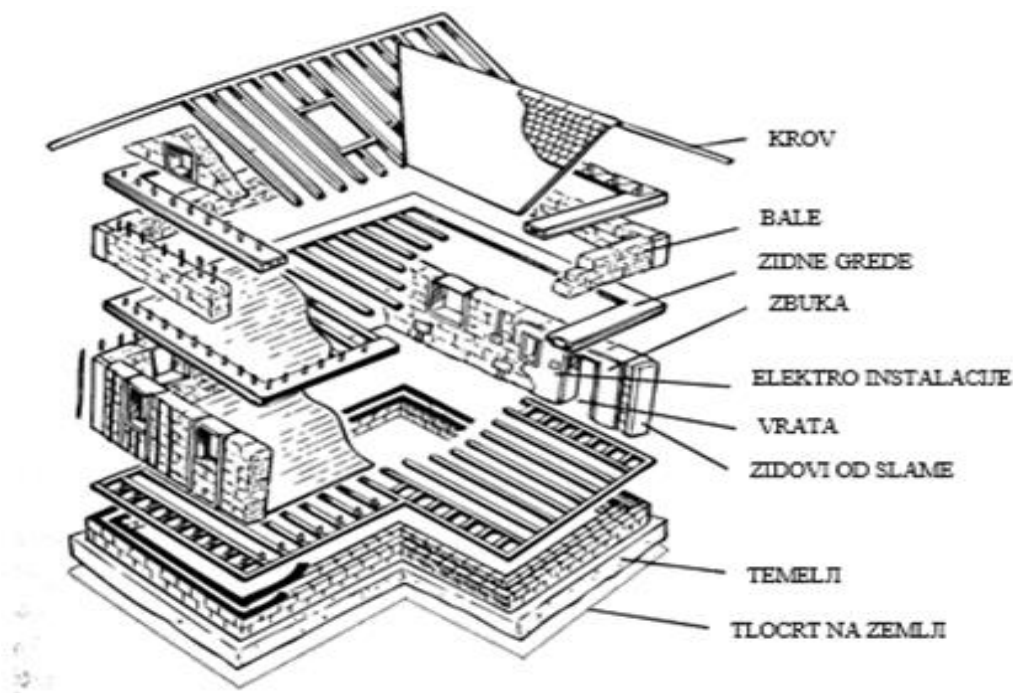
## 5. KORIŠTENJE BALA SLAME ZA IZRADU KUĆA

Još jedna ideja za izgradnju autonomnih kuća kojima bi se smanjila količina utrošenog novca je izgradnja kuća od slame (slika 5.1.). Ideja je poznata još od davnina, a u današnje doba se sve više raspravlja o tome. U Istarskom podneblju postoje takve kuće, pa autor smatra da bi ih se i u današnje vrijeme moglo izrađivati.

U procesu gradnje mogu sudjelovati svi pa čak i djeca. Motivacija je puno veća za izgradnju ovakvih kuća od izgradnje kuća od cigle jer su manje cijene i mogućnosti su mnogobrojne. Uštede mogu biti čak i do 30 000 kn, što će se vidjeti u daljnjem tekstu [18], a ti se uštedeni novci mogu iskoristiti za ostala tehnička rješenja kao što su nabava kolektora ili panela, izradu spremnika za vodu ili provođenje instalacija.

Prednost ovakvog tipa gradnje je da se kombinira velika nosivost tereta i visok stupanj izolacije, što znači da dobijemo građevni materijal koji je ujedno i građevni blok i izolacija u jednom.

Njihova velika mana je otpornost na vremenske uvijete kao što je kiša, ali iskusni građevinar ing. Slobodan Aleksić za niskogradnju, jednom u neformalnom razgovoru citiramo: „Riješi problem vode u graditeljstvu i riješi se glavnina problema koji nastaju zbog iste.“ Oni se mogu riješiti različitim idejama izrade temelja ili različitim vodonepropusnim premazima kojih danas ima na pretek.



Slika 5.1. Slamnata dvokatnica od temelja do krova [18]

### **5.1. Zašto koristiti slamu**

Slama je prirodni materijal koji se može dobiti u neograničenim količinama unutar jednog godišnjeg razdoblja. Ona ne narušava okoliš i dobiva se procesom fotosinteze, a ako nam objekt više nije potreban ista se može kompostirati. Bitno je naglasiti da se ne smije brkati s sijenom što je proizvod košnje trave i slame koja je očišćena od lišća i klasja.

### **5.2. Emisija stakleničkih plinova i energetska učinkovitost**

Oko 50% stakleničkih plinova [18] se proizvod transportom građevnog materijala i njegovom proizvodnjom. U Velikoj Britaniji se godišnje proizvodi oko 4 milijuna tona slame, od kojih je moguće napraviti oko 450 000 kuća godišnje površine od 150 m<sup>2</sup>.

Radi dobre izoliranosti kuće, smanjuje se potreba za prekomjernim grijanjem na fosilna goriva i time se smanjuje emisija ugljičnog dioksida i njezina izgradnja može smanjiti emisije stakleničkih plinova.

### **5.3. Zvučna izolacija i visok stupanj izolacije**

U SAD – u su izgrađena dva studija za snimanje zvuka od bala slame, baš iz razloga njezine izolacije. Takvi zidovi posjeduju visok stupanj zvučne izolacije i time čine idealan životni prostor.

K – koeficijent prolaza topline izolaciju iznosi 0.09 W/mK [18], što je manje od propisa za pasivne kuće i time smanjuje potrebu za dodatnim izolacijskim sredstvima, a manje je i za 4 – 5 puta od izolacijskih svojstava suvremenih materijala.

### **5.4. Čvrstoća konstrukcije i niski troškovi**

Ispitivanjem opterećenja bala sjena u laboratorijima i praksi su pokazala da se od njih može napraviti manja dvoetažna kuća, što je za tročlanu obitelj sasvim dovoljno. Cijene bala slame se kreću u Istri od 20 – 5 kuna (ovisno o dostavi) za jednu balu sijena ili besplatno ako osoba sama zasije žito, tada ima samo troškove benzina za traktor.

Dimenzije slamnatih blokova ovise od stroja do stroja, a autor se odlučio za stroj koji dimenzionira bale: visine 350 mm, širine 450 mm, duljine od 900 mm i ukupne težine do 30 kg ovisno o vlazi. Za izgradnju dvokatnice potrebno je oko 400 – tinjak[18] bala i cijenom bi iznosile oko 6000 kn, što je ogromna razlika ako se uzmu cigle ili blokovi koji bi mogli dostignuti i cijenu od 40 000 kn.

Nije samo cijena materijala pogodna nego je i cijena radnika zanemariva jer ju može graditi i osoba s minimalnim znanjem uz korištenje različitih priručnika.

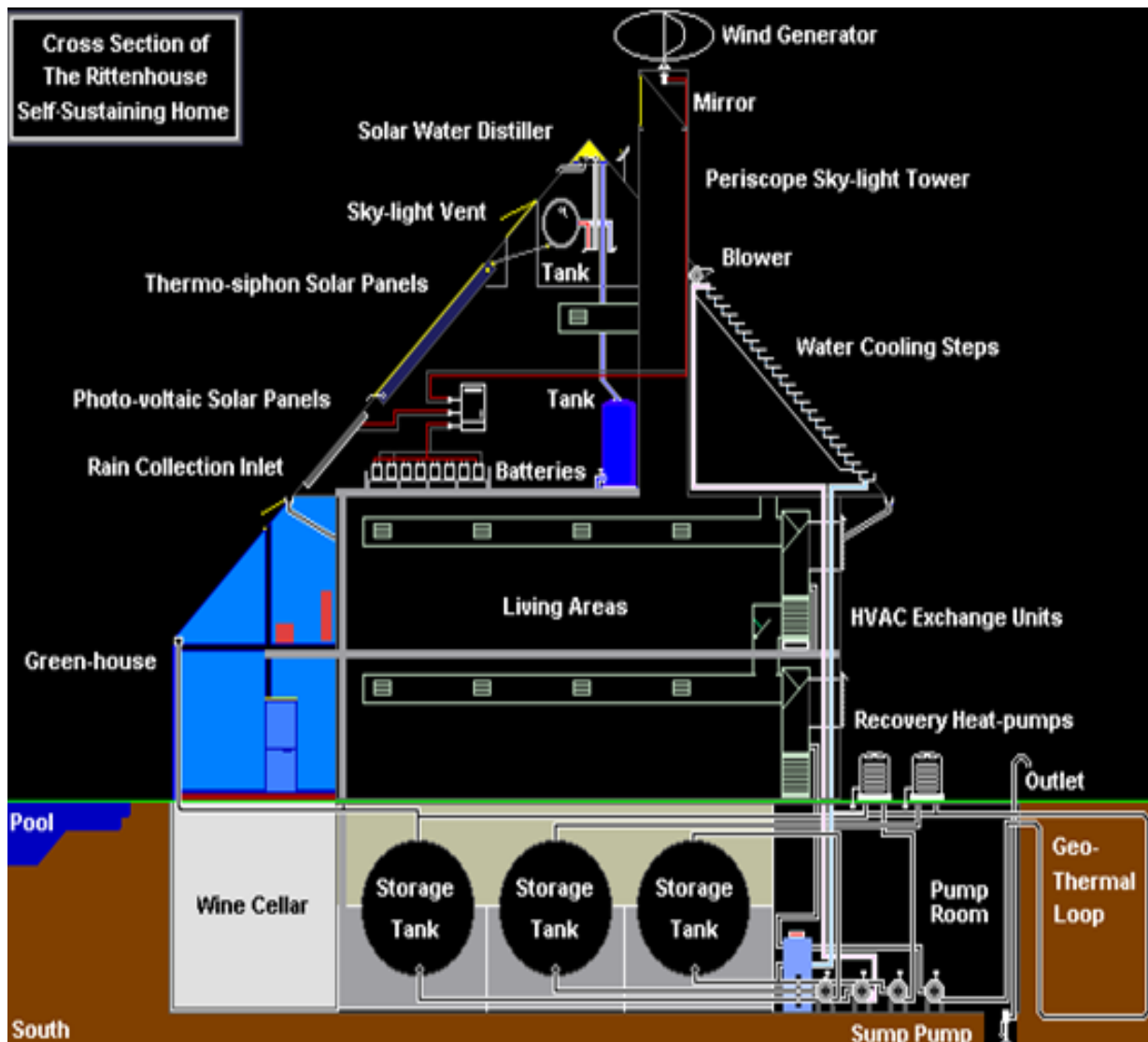
## **5.5. Inspirativna, zabavna i zdrava životna okolina**

Slama kao alternativa modernim materijalima je prirodna i neškodljiva okolišu. Kako je očišćena od svega pa i peludi stvara zdrav životni prostor za ljude koji su alergični. Pogoduje izmjeni zraka koji zrači kuću i izmjenjuje plinove koji nastaju disanjem, kuhanjem ili radom elektronskih uređaja. Za izolacijske elemente se može kao završni sloj koristiti glina ili prirodne boje.

Još jedan od doprinosa vrijednosti gradnje je i sama gradnja koja je zabavna i jednostavna i na taj način pospješuje zdravlju ljudi koji ju grade. Aktivira ljude i društvo. Autoru su poznate namjere izgradnje alatnice od slame u istarskom podneblju.

## 6. PRIMJER AUTONOMNE KUĆE

U ovom poglavlju prikazuje se model autonomne kuće koja je neovisna od sustava, energetska je učinkovita i samoodrživa prema prije objašnjenim principima.



Slika 6.1. Model autonomne kuće [19]

Na modelu (slika 6.1.) prikazani su različiti sustavi koji se mogu implementirati na autonomnu kuću. Na krovu se nalazi vjetroagregat za proizvodnju električne energije kao dodatni izvor koji mogu biti povezani s baterijama za napajanje nekog od manjih sustava unutar građevine, kao npr. pokretanje podizača prozora. Na krovu se također može postaviti sustav za destilaciju vode koja se kasnije koristi u kućanstvu, a povezana je sa spremnicima za vodu. S južne strane postavljaju se solarni paneli i solarni kolektori. Solarni paneli su povezani električnim vodovima koji istosmjernu struju šalje na upravljačku ploču i električni konverter za izmjeničnu struju. Baterije se postavljaju u sustav da se za vrijeme kada nema sunca, noću, može koristiti sustav.

Ovaj model također ima i svjetlarnik koji se sastoji od niza prozora na vrhu kuće a njihov nagib iznosi 45 stupnjeva. Nedavno je autor samostalno izradio jedan svjetlarnik za uzgoj povrća i koristio istu tehniku nagiba, jer se na taj način disperzira svjetlost po cijelom prostoru.

Na sjevernoj strani se nalazi na ovom modelu sustav za hlađenje, koji je posebno potreban u ljetnim mjesecima kada imamo potrebu za hlađenjem prostorija. Sustav se sastoji od niskonaponskog ventilatora koji može biti direktno priključen na sustav proizvodnje električne energije i dobro funkcionira. On šalje hladan zrak na cjevovod sustava i time rashlađuje vodu koja se može skladištiti u spremnicima. Ovaj proces se najčešće odvija noću za vrijeme nižih temperatura, da bi se koristio po danu za vrijeme visokih temperatura.

Moguće je povezati i sustav vode s calabash cisternama pa se na taj način dovodi voda u kućanstva i skladišti. Postoji i sustav odvodnje vode zvane siva voda. To je voda iz sudopera, toaleta i tuš kabina i može se koristiti za navodnjavanje nejestivog bilja. Ovakva idejna rješenja smanjuju potrebu za energijom i na vrlo efikasan način koriste istu.

## 7. MOGUĆE RJEŠENJE AUTONOMNE KUĆE U ISTRI

Cijeli projekt izložen u ovom radu rađen je u cilju postavljanja autonomne kuće u Istri kao alternativa masovnoj gradnji konvencionalnih kuća. Istra obiluje sunčevom energijom i mnogi bi se u skorij budućnosti trebali okrenuti razvoju i gradnji autonomnih kuća.

Da bi se dočarala iskoristivost solarnih mogućnosti, potrebno je odrediti solarnu ozračenost područja sjevernog Jadrana, točnije u Gradu Poreču. Autor je koristio aplikaciju služeći se kalkulatorom solarnih vrijednosti Photovoltaic Geographical Information System-a (PVGIS) koji daje podatke procjene dobivene električne energije.

Prema unesenim podacima i koordinatama Grada Poreča sa sustavom od 10kW, gubitcima od 14% i kutom postavljanja na krovu od 40 stupnjeva, dobivaju se sljedeći podatci prikazani (tablicom 7.1):

Tablica 7.1. Podatci o Sunčevom zračenju[20]

Mjesec	Ed (kWh)	Em (kWh)	Hd (Wh/m <sup>2</sup> )	Hm (Wh/m <sup>2</sup> )
Siječanj	17.10	531	2.25	69.6
Veljača	28.50	799	3.74	105
Ožujak	39.20	1220	5.16	160
Travanj	43.90	1320	5.79	174
Svibanj	48.00	1490	6.35	197
Lipanj	49.20	1470	6.50	195
Srpanj	52.30	1620	6.91	214
Kolovoz	49.70	1540	6.55	203
Rujan	43.00	1290	5.66	170
Listopad	31.90	989	4.19	130
Studeni	18.90	568	2.48	74.5
Prosinac	16.50	510	2.16	66.8
<b>Godišnji prosjek</b>	<b>36.6</b>	<b>1110</b>	<b>4.82</b>	<b>146</b>
<b>Ukupno godišnje</b>	<b>13300</b>		<b>1760</b>	

gdje su:

Ed – proizvodnja po danima



Em – proizvodnja po mjesecima

Hd – dnevno Sunčevo zračenje na plohu

Hm – mjesečno Sunčevo zračenje na plohu.

Iz podataka se zaključuje da je godišnja dobit oko 13 000 kWh što je za jednu četveročlanu obitelj dovoljno.

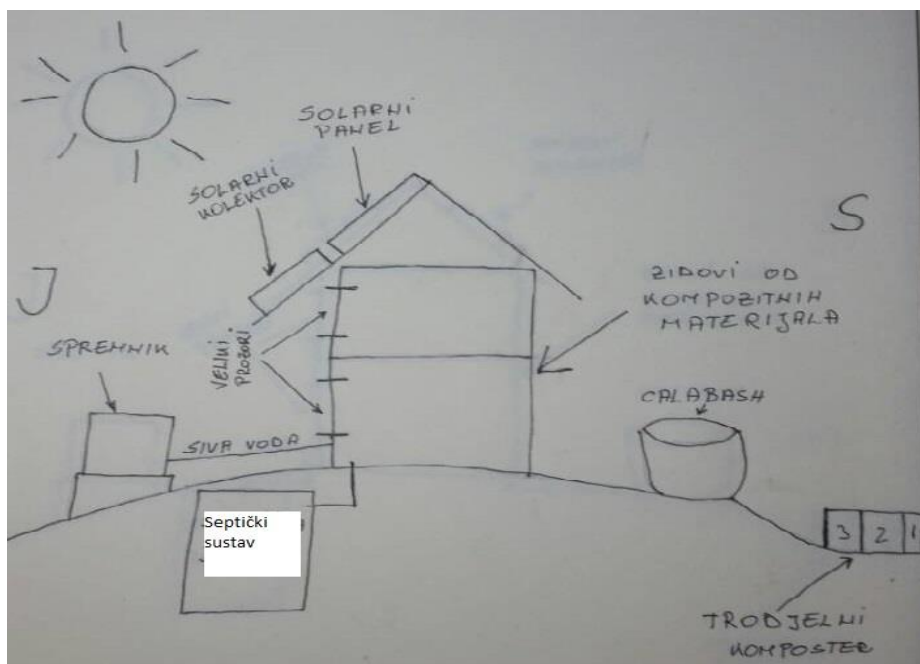
Prema podacima DHMZ-a u Istri u gradu Poreču (tablica 7.2), godišnje padne toliko oborina koje bi zadovoljavale potrebe kućanstva. U nekim mjesecima bi se voda sakupljala u spremnik za vodu, a u sušnim bi se trošila. Voda bi se reciklirala i ponovo koristila što je i cilj održivog razvoja.

Tablica 7.2. Ukupne oborine u Istri (Grad Poreč) [21]

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2016.(mm)
Poreč	79,2	190,9	122,3	49,7	94,5	74,5	13,9	80,3	156,7	174,1	105,5	1,0	1142,6

Energija vjetra nije zanemariva, ali treba uzeti u obzir da se za njezinu proizvodnju potrebni konstantni vjetrovi određenih brzina, ali za neke pomoćne sustave može se iskoristiti.

Može se zaključiti da bi korišteni model autonomne kuće prikazanim u radu i njegova daljnja razrada doprinijela razvoju gospodarstva i očuvanju okoliša i Istri. A u nastavku je (slika 7.1.) autorova vizija autonomnog gospodarstva s svim navedenim idejama.



Slika 7.1. Autorova idejna skica autonomne kuće u Istri

Autonomna kuća mora sadržavati solarne panele za proizvodnju električne energije i solarne kolektore za zagrijavanje vode. Takvi sustavi postavili bi se na krovu kuće. Pročelje kuće bilo bi na južnoj strani i sadržavalo bi velike staklene površine za grijanje. Za izgradnju zidova koristili bi se prihvatljivi kompostni materijali kao što su konoplja ili bale slame. Sustav odvodnje i sakupljanja otpadnih voda predviđa visok udio recikliranja, ponovnog korištenja i vraćanja vrijednih resursa u ekosustav. Autor smatra da je potrebno što bolje iskoristiti vodu, pa se ista reciklira više puta. Zbog toga postavljaju se različiti spremnici za vodu na imanje. Calabash spremnik služio bi za pitku vodu, a plastični spremnici bi se mogli koristiti za sakupljanje ostalih voda. Fekalije iz domaćinstva taložile bi se u septičkim jamama, a mulj koji nastaje taloženjem fekalija, koristio bi se za poljoprivredu u kombinaciji s materijalima koji se kompostiraju.

## **8. METODIČKI DIO**

### **8.1. Analiza nastavnog programa osnovne škole u sadržaju teme diplomskog rada**

Tema diplomskog rada je Model autonomne kuće kao doprinos razvitku Istre. Sadržaji koji se nalaze uz vezanu temu mogu se implementirati u nastavni sadržaj predmeta Tehnička kultura. Učenici u višim razredima imaju stečene kompetencije za samostalnu ili vođenu izradu maketa i uporabnih predmeta.

### **8.2. Nastavni plan i program tehničke kulture za osnovnu školu**

Tehnička kultura je nastavni predmet u kojem se stječu opće tehničko –tehnološka znanja i razvijaju se umijeća primjene ukupno stečenih znanja. Unutar iste se razvija radni odgoj, odgovornost i djelatna sposobnost.

Tehničko – tehnički sadržaji mogu se izučavati na šest razina:

- kultura i odgoj
- obrazovanje
- osposobljavanje
- stvaranja tehnologije
- poduzetništvo
- istraživanje i stvaralaštvo

Istraživanje i stvaralaštvo je glavna nit vodilja unutar ovakvog načina rada s djecom jer se na taj način stvaraju kompetencije potrebne za život. Doprinos za učenika je takav da u njemu stvori moć govora i komunikacije. Učenik će usvajati tehničko nazivlje, moći će razložiti tehničkim izrazima zadane zadatke i usvojiti će natjecateljsko komunikativno ponašanje. To znači da će se učenici kritički odnositi prema radovima ostalih učenika u cilju poboljšanja rada. Poticanjem stvaralaštva i sposobnosti oblikovanja pojedinačnim pokazivanjem osobnih mogućnosti, pronalazačko rješavanje problema i sustavno planiranje i projektiranje objekta učenike se osposobljava za izradu primitivnih nastambi koje mogu biti dio nekog projekta unutar škole u simbiozi s podnebljem u kojem se nalaze. Učenici kroz edukaciju prolaze različite aspekte stvaranja i kreativnog rada. Primjenom različitih materijala učenici se upoznaju s temeljnim načelima održivog razvoja. Od nastajanja otpadaka i njihova reciklaža u kompostištimima do sustavnog korištenja prirodnih materijala.

Opće kompetencije koje učenik stječe :

- prepoznavanje životnog okruženja, njihova svojstva
- sposobnost čitanja jednostavnog tehničkog crteža građevine, plana grada i objekata
- prepoznavanje vrste, svojstva i postupka građevnih materijala za izradbu tehničkih tvorevina
- prepoznavanje mogućih zanimanja u tehničko – tehnološkoj djelatnosti različitih područja
- sposobnost rada korak po korak i praktična vrijednost onoga što se radi

Cilj ovakve nastave je stvoriti učenika koji ima stvaralački tehničko – tehnološki način razmišljanja i djelatni duh da samostalno može prepoznavati materijale koje može primjenjivati za stvaranje tehničkih tvorevina u životnom okruženju<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> [http://www.azoo.hr/images/AZOO/Ravnatelj/RM/Nastavni\\_plan\\_i\\_program\\_za\\_osnovnu\\_skolu\\_-\\_MZOS\\_2006\\_.pdf](http://www.azoo.hr/images/AZOO/Ravnatelj/RM/Nastavni_plan_i_program_za_osnovnu_skolu_-_MZOS_2006_.pdf)

HNOS					
Vrijeme	Nastavna cjelina i nastavna jedinica	Obrazovna postignuća	Metodički oblici rada	Nastavna sredstva i pomagala	Povezanost sa sadržajima drugih predmeta
0	1	2	3	4	5
Rujan	<p>Životno okruženje čovjeka i zadatke tehnike</p> <p>1. TEHNIČKO CRTANJE</p> <p>1.1. Pribor i norme u tehničkom crtanju</p>	<p>prepoznati prirodne, društvene i tehničke elemente osobnog okruženja, razlikovati papir po formatu, prepoznati i imenovati dijelove pribora za tehničko crtanje</p>	<p>razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika</p>	<p>udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, uzorci formata papira, <b>prozirnice</b>, grafoskop</p>	<p>4</p> <p>4</p> <p>4</p>
Listopad	<p>1.2. Crtanje plašta geometrijskog tijela i kotiranje</p> <p>1.3. Pravokutno projiciranje</p>	<p>izraditi tehnički crtež plašta kocke ili kvadra, <b>nacrtni nacrt</b>, <b>tlocrt i bokocrt prizmatičnog tijela</b></p>	<p>razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika</p>	<p>udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, <b>prozirnice</b>, <b>prizmatična tijela od kartona</b></p>	<p>4</p> <p>4</p>
Studeni	<p>2. MATERIJALI</p> <p>2.1. Izrada geometrijskog tijela od kartona</p> <p>2.2. Drvo, slama, konoplja</p>	<p>izraditi geometrijsko tijelo od kartona, prepoznati i navesti temeljne vrste drva, proizvodnja slame i konoplje nabrojati mehanička svojstva, nabrojati ručne alate za obradu drva, slame i konoplje</p>	<p>razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika</p>	<p>udžbenik, vježbenica, računalo, CD, pribor za crtanje, alat i pribor za obradu papira i kartona</p>	<p>4</p> <p>4</p>
Prosinac	<p>2.3. Radionička vježba: izrada uporabnog predmeta ili modela, makete</p> <p><b>Rasčlamba uspjeha</b></p>	<p>izraditi model, maketu ili uporabni predmet</p>	<p>razgovor, izlaganje, demonstracija obrada, frontalni rad, samostalan rad učenika, rad u paru, rad u skupini</p>	<p>udžbenik, vježbenica, računalo, CD, pribor za crtanje, alat i pribor za obradu kartona, rezbarski alat i pribor</p>	<p>4</p> <p>2</p>
PRVO OBRAZOVNO RAZDOBLJE: 30 sati					

Slika 8.1. HNOS – prvo polugodište

0	1	2	3	4	5	6
3. ENERGETIKA 3.1. Rad i energija 3.2. Temeljni oblici energije- izborna tema	opisati kako izvodimo rad, navesti mjernu jedinicu za silu, navesti mjernu jedinicu za rad, izračunati veličinu rada, navesti osnovne i iskoristive izvore energije, objasniti čemu služe strojevi, opisati kako iskoristavamo električnu energiju, <b>promijeniti stečeno znanje</b>	razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika, opisivanje, izvođenje zaključaka	udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, dinamometar, mjerma traka, utezi, klin, čekić, ručna klijesta, škripac, dijelovi, uzorci drvna, šilo, svrdlo, rašpa, blanja	4	5	6
3.2. Temeljni oblici energije- izborna tema	nabrojiti nekoliko ručnih alata za obradu drvna, objasniti učinak djelovanja klima, objasniti djelovanja ručnih klijesta za <b>presjecanje</b> žice, objasniti učinak poluge	razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika, opisivanje, izvođenje zaključaka	udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, klin, čekić, ručna klijesta, žica, čavli, škripac, dijelovi, uzorci drvna, šilo, svrdlo, rašpa, blanja, rezbarski alat i pribor	2	Priroda: poslovi koje ljudi rade pri sječi drvna, gradnji kuće	2
4. TEHNIČKE TVOREVINE 4.1. Način djelovanja alata 4.2. Način djelovanja mehanizama	objasniti što je mehanizam, opisati čemu služe prijenosi okretanja, navesti vrste prijenosa, nabrojati članove lančanog i remenog prijenosa, objasniti što je vratilo, navesti vrste ležajeva, izračunati broj okretaja gonjenog lančanika, sastaviti remeni prijenos i opisati značajke, prepoznati prometne znakove, ponašati se u skladu s prometnim znakovima, navesti vozila s pvenstvom prolaza i objasniti prvenstvo prolaza	razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika, opisivanje, izvođenje zaključaka	udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, dinamički modeli prijenosa, elementi za sastavljanje prijenosa, bicikli, prometni znakovi	2	Prometna kultura: dijelovi bicikla, lančani prijenos, <b>vertikalna</b> i horizontalna signalizacija, naredbe prometnika, prometna pravila i propisi	2
4.4. Prometna svjetla, prometna pravila i prometnik-izborna tema	opisati <b>redoslijed</b> uključivanja svjetla i objasniti značenje, opisati značaj treptavog žutog svjetla, objasniti pravilo desne strane, opisati raskrižje cesta iste važnosti, opisati pravilan postupak pri skretanju ulijevo, navesti <b>redoslijed</b> važnosti upravljanja prometom na raskrižju imenovati i pokazati sve vidljive dijelove osobnog računala	razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika, opisivanje, izvođenje zaključaka	udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, ohvorena središnja jedinica, dijelovi rastavljenog računala, ulazno-izlazni uređaji	2	Informatika: sklopovlje računala ili hardware	2
5. INFORMACIJSKA TEHNOLOGIJA 5.1. Strojna oprema	svojim riječima opisati tok podataka u računalu, opisati ulogu operacijskog sustava, navesti operacijski sustav, pravilno pokrenuti računalo, pravilno isključiti računalo, navesti korisničke programe, <b>promijeniti</b> sliku radne površine, navesti vrste ikona, pokrenuti program	razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika na računalu, opisivanje, izvođenje zaključaka	udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, potrebni program	4	Informatika: način rada računala, operativni sustav	4
5.3. Operativni sustav	objasniti što je radni prozor, navesti vrste traka, isključiti i ponovo uključiti pojedine trake s naredbama i alatima, obaviti kretanje po gotovom tekstu rabeći strelice, miša ili funkcijsku tipku za prijelaz na sljedeću stranicu	razgovor, izlaganje, demonstracija, obrada teksta, frontalni rad, samostalan rad učenika na računalu, opisivanje, izvođenje zaključaka	udžbenik, vježbenica, računalo, projektor, CD, potrebni program	4	Informatika: program za pisanje	4
5.4. Osnove pisanja teksta						
DRUGO OBRAZOVNO RAZDOBLJE:						Ukupno: 70 sati
40 sati						

Slika 8.2. HNOS – drugo polugodište

### 8.3. Priprema za izvođenje nastave tehničke kulture za 5. razred osnovne škole

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FILOZOFSKI FAKULTET  
ODSJER ZA POLITEHNIKU

Ime i prezime: Bojan Aleksić

#### **PRIPREMA ZA IZVOĐENJE NASTAVE**

Škola: OS Poreč

Mjesto: Poreč

Razred: 5.a

Nastavni predmet: Tehnička kultura

Kompleks: Materijali

Metodička (nastavna) jedinica: Drvo, slama i konoplja (kuće od slame)

Datum izvođenja: 09.2017.

#### **SADRŽAJNI PLAN**

##### **Podjela kompleksa na teme**

Redni broj	Naziv tema u kompleksu	Broj sati	
		Teorija	Vježbe
2.1.	Izrada geometrijskog tijela od kartona	2	2
<b><u>2.2.</u></b>	<b><u>Drvo, slama, konoplja</u></b>	4	
2.3.	Radionička vježba: izrada uporabnog predmeta, modela ili makete		4

### **Karakter teme – metodičke jedinice:**

Tema je informativnog karaktera – obrađuje se kako bi se učenici upoznali s osnovama slame, slamnatim kućama i njihovim pogodnostima, kako bi stečena znanja mogli koristiti u izradi modela i na vježbama.

### **Cilj (svrha) obrade metodičke jedinice:**

Cilj obrade metodičke jedinice je da učenici upoznaju osnovne elemente gradnje kako bi stečena znanja mogli koristiti u izradi vlastitih jednostavnih nastambi.

### **ISHODI UČENJA:**

#### **ZNANJE I RAZUMIJEVANJE (*obrazovna postignuća*):**

- Definirati pojam slame
- Nabrojati alate potrebne za izradu kuća od slame
- Navesti pozitivne strane kuća od slame
- Navesti mehanička svojstva

#### **VJEŠTINE I UMIJEĆA (*funkcionalna postignuća*):**

- Usporediti kuće od slame s konvencionalnim kućama
- Izraditi svoje oblike kuće
- Argumentirati svoj oblik

#### **SAMOSTALNOST I ODGOVORNOST (*odgojna postignuća*):**

- Aktivno sudjelovati u nastavi
- Razviti komunikacijske vještine
- Razviti solidarnost i tolerantnost prema ostalim učenicima u razredu



**ORGANIZACIJA NASTANOGA SATA – ARTIKULACIJA:**

<i>Faze i sadržaj rada</i>		<i>Metodičko oblikovanje</i>	<i>Vrijeme</i>
<i>Uvodni dio</i>	<i>U uvodnom dijelu ćemo prisjetiti djecu u svijet materijala i održati popularno predavanje u kojem opisujemo osnovna tehnička svojstva i njihovu svakodnevnu primjenu.</i>	<i>metoda razgovora i demonstracije</i>	<i>10'</i>
<i>Glavni dio</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>-definirati pojam slamate kuće</i></li> <li><i>-zašto koristiti slamu</i></li> <li><i>-emisija stakleničkih plinova</i></li> <li><i>- zvučna izolacija i visok stupanj izolacije</i></li> <li><i>-niski troškovi</i></li> <li><i>-inspirativna, zabavna i zdrava životna okolina</i></li> </ul>	<i>metoda usmenog izlaganja i razgovora</i>  <i>metoda demonstracije</i>	<i>25'</i>
<i>Završni dio</i>	<i>Sistematizacija i ponavljanje gradiva</i>	<i>metoda razgovora</i>	<i>10'</i>

**Nastavna sredstva i pomagala i ostali materijalni uvjeti rada:**

Profilov udžbenik, Profilova kutija s radnim materijalima i radnim listovima, Računalo, projektor, prezentacija u Power Pointu.

**Nastavna načela:**

- **Načelo postupnosti** (gradivo se izlaže od jednostavnijeg ka složenijem, naučeno se uvježbava na nekoliko zadataka, radi utvrđivanja gradiva na kraju sata ponavljaju se najvažniji pojmovi)
- **Načelo primjerenosti** (primjeri i zadatci su odabrani uvažavajući predznanje i dob učenika, tijekom izlaganja ukazuje se na odnos s ostalim predmetima)
- **Načelo zornosti** (slikovitim prikazima tijekom demonstracije predočavaju se pojmovi koji se obrađuju)
- **Načelo individualizacije** (za vrijeme praktičnog rada prati se situacija u razredu, pruža se individualna pomoć učenicima pri rješavanju zadataka)

**Nastavne metode:** metoda razgovora, metoda demonstracije, timski rad, metoda usmenog izlaganja, metoda pisanja.

**IZVORI ZA PRIPREMANJE NASTAVNIKA:**

B. i R.Vale: The New Autonomous House, Thames & Hudson, New York 2000.

M. Z. Senegačnik: Pasivna kuća, SUNARH, Zagreb 2009.

B. Jones, Priručnik za gradnju kuća od bala slame, Printex, Čakovec 2001.

**IZVORI ZA PRIPREMANJE UČENIKA:**

B. Jones, Priručnik za gradnju kuća od bala slame, Printex, Čakovec 2001.

## TIJEK IZVOĐENJA NASTAVE – NASTAVNI RAD

### Uvodni dio

#### - **Priprema za rad: priprema računala, projektora i prezentacije**

Pozdravljam učenike, provjeravam da li netko nedostaje na današnjem satu. Zapisujem odsutne, ako ih ima i upisati ću tekući sat u e – dnevnik. Provjeriti ću zadaću u radnoj bilježnici.

#### - **Najava teme koja će se obrađivati**

Redari će na ploču zapisati današnji datum, ja ću im najaviti današnju temu koju ćemo obrađivati i zapisati naslov *Kuće od slame*, tema je nastavak opusa *drvo, slama, konoplja*.

#### - **Motivacija za rad primjerom iz svakodnevnog života**

Kako bi motivirali učenike za današnju temu prisjetiti ćemo se izleta na seoski sajam u Buzetu i prisjetiti ih na kuće koje su vidjeli. Prikazati ću na slajdovima stare slamnate konobe, staje, garaže i upitati učenike čemu one služe i da li ih imaju doma.

### Središnji dio

#### - **definirati pojam slamate kuće**

Nakon motivirajućeg dijela uvodimo pojam slamnate kuće kao kuće napravljene od bala sijena koje su poslagane u zidove koji čine konstrukciju nastambe. To su kuće koje kombiniraju veliku nosivost tereta i visok stupanj izolacije, a time dobivamo blok koji je građevni i izolacijski u jednom.

#### - **zašto koristiti slamu**

Potom pojašnjavam korisnosti slame. Slama je prirodni materijal koji možemo dobiti u neograničenim količinama u jednom godišnjem razdoblju.

Podsjećam djecu da su iz predmeta Priroda učili da biljke rastu pomoću procesa fotosinteze koji bitno smanjuje količine CO<sub>2</sub>. Slama je kao građevni materijal jedan od rijetkih koji se može kompostirati.

#### - **emisija stakleničkih plinova**

Prema temelju održivog razvoja, smanjenje stakleničkih plinova, navodimo djeci podatak da se prijevozom konvencionalnih i izradom istih proizvodi oko 50% stakleničkih plinova. U Velikoj Britaniji se proizvodi toliko slame da se godišnje može izgraditi 450 000 kuća.

- **zvučna izolacija i visok stupanj izolacije**

Objašnjavam djeci da je zvučna izolacija pojam koji upisuje koliko glasno se čuje izvan prostorije. Predstavljam dva primjera studija za snimanje zvuka od bala sjena, iz SAD-a.

- **niski troškovi**

Kućice od slame izrađuju se od bala slame, a bale se mogu pronaći po cijeni od 20 do 5 kuna po bali sjena. Da bi djeca lakše shvatila izračunat ćemo da prostorija od dva puta jedan metar i visine jedan metar treba 12 bala sjena.

- **inspirativna, zabavna i zdrava životna okolina**

Zaintrigirat ću djecu da su čak i ona sposobna sagraditi jednostavnu kućicu od bala sjena. Predložiti ću im da domaću zadaću pokušaju nacrtati ili složiti od lego kockica oblik kuće koji bi napravili u stvarnosti. Tako da bi u slučaju lego kockica jedna kockica lega predstavljala jednu balu sjena.

Završni dio

- **Sistematizacija i ponavljanje gradiva**

Nakon obrađene teme kroz kratka pitanja ponoviti ćemo i sistematizirati današnje gradivo. Unutar svakog pitanja moguća je diskusija s učenicima, a pitanja su:

- Što je bila tema?
- Što je to bala sjena?
- Zašto su posebni zvučni studiji u SAD-u?
- Koliko bi koštalo 12 bala sjena i što možemo s njima napraviti?

## IZGLED PLOČE

*Kuće od slame*

*09.2017.*

- **zašto koristiti slamu**
  - prirodni materijal
  - neprolaznost zvuka
  - građevni materijal + izolacija
- **emisija stakleničkih plinova**
  - smanjena količina CO<sub>2</sub> zbog fotosinteze
- **zvučna izolacija i visok stupanj izolacije**
  - zvučni studio u SAD – u
- **niski troškovi**
  - 5 – 20 kn po bali slame
  - Besplatna ako se sadi samostalno
- **inspirativna, zabavna i zdrava životna okolina**
  - neograničenost oblika
  - zabavna gradnja u prirodi
  - samostalna izgradnja

## 9. ZAKLJUČAK

Pogodnosti autonomne kuće su smanjeni troškovi izgradnje iz materijalima koji se mogu pronaći u prirodi ili na prihvatljiv način uzgojiti, te neovisnost od centraliziranih komunalnih usluga.

Cijena izgradnje je time snižena na temelju cijene građevinskog materijala pa se uštedeni novac može utrošiti na druge sustave kao što je izgradnja/nabava solarnog panela ili kolektora, a može se utrošiti i na materijale potrebne za izgradnju cisterni za vodu.

Projektiranje, gradnja i održavanje takvih objekata otvara velike mogućnosti kako zapošljavanja ljudi tako i smanjenja životnih troškova, sve uz ogroman doprinos očuvanju okoliša obzirom da su kućanstva značajni potrošači energije, vode i generatori otpada.

U Istri koja tokom ljetnih razdoblja ima osunčanost oko 16 sati pogodno je postavljanje solarnih sustava na krovništa, a količinom godišnjih padalina može se sakupiti dovoljno vode za kućanstvo.

Potrebno je živjeti u skladu s prirodom, a autonomne kuće stvaraju lagodan i zdrav životni prostor. Potrebno je stoga djecu od malih nogu navoditi da razmišljaju u smjeru održivosti jer na njima počiva budućnost. Poduka o slamnatim kućama predstavlja dobar izbor za učenike petih razreda kojima bi to bilo zanimljivo gradivo.

Opisan projekt je usmjeren razmišljanju i promišljanju o novim mogućnostima i idejnim rješenjima, pa je autor temeljem ovog istraživanja i vlastitog iskustva ponukan poticati izgradnju opisane nastambe.

## LITERATURA

- [1] B. i R.Vale: The New Autonomous House, Thames & Hudson, New York 2000.
- [2] Mišćević, Lj. : “Pasivni energetski standard u graditeljstvu kao perspektiva održivog razvitka“, s interneta, [http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/ Public/37/013/37013001.pdf](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/37/013/37013001.pdf) , (25.6. 2017)
- [3] Klima u istri, s interneta, <http://www.istramet.hr/klima-u-istri/>,(25.6. 2017)
- [4] Luttenberger L. R., „Gospodarenje vodom i otpadom. *Inženjerstvo okoliša u komunalnom gospodarenju vodom i otpadom*“, Naklada Kvarner, Rijeka, 2011.
- [5] M. Z. Senegačnik: Pasivna kuća, SUNARH, Zagreb 2009.
- [6] Zelena energija, s interneta, <http://www.zelenaenergija.org/clanak/sta-je-pasivna-solarna-kuca-i-kako-funkcionira/2033>,(30.6. 2017)
- [7] Majdandžić, Lj.: „fotonaponski sustavi“, s interneta, [http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01\\_handbook\\_fotonapon.pdf](http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf), (25.6. 2017)
- [8] Centar za ekologiju i energiju Tuzla: „Uradi sam solarni kolektor“, Tuzla, 2006, s interneta, <http://ekologija.ba/userfiles/file/Uradi%20sam%20solarni%20kolektor.pdf>, (17.7. 2017)
- [9] Harrung, H.: „Calabash tank manual 2016“, s interneta, <http://degevuIdewaterkruik.nl/assets/uploads/pdf/2016/CalabashManual.pdf>, (5.8. 2017)
- [10] Bauhaus, s interneta, <https://www.bauhaus.hr/vrt-i-okucnica/vrtlarstvo/spremnici-za-vodu/spremnik-za-vodu-i-ostale-tekucine-1055-l.html>, (5.7. 2017)
- [11] Lerotić, D., Lerotić, T.: „Kompostiranje u kućanstvu“, s interneta, <http://www.lerotic.de/eko/kompost.htm>, (25.8. 2017)
- [12] Bell, M.: „The potential of Hemp“, s interneta, <http://static.squarespace.com/static/50feae5ae4b0499abb0a0c4d/t/521e40ede4b0c4c442a0fb09/1377714413028/The%20Potential%20of%20Hemp%20HA.pdf>, (25.6. 2017)
- [13] Vacarius, C.: „Prednosti materijala“, s interneta, <http://www.konoplja-izolacije.hr/hr/prednosti-materijala/>, (24.7. 2017)
- [14] Thompson, H.: „Hemp-lime building“, s interneta, [www.oldbuilders.com](http://www.oldbuilders.com), (25.6. 2016)

- [15] Pauli, G., Plava ekonomija-10 godina, 100 inovacija, 100 milijuna radnih mjesta, Katarina Zrinska, 2012.
- [16] Orah,,: „Gospodarski socijalni i okolišni potencijal konoplje“, s interneta, [https://www.orah.hr/images/dokumenti/konoplja/ORaH\\_sektorska\\_politika\\_konoplja.pdf](https://www.orah.hr/images/dokumenti/konoplja/ORaH_sektorska_politika_konoplja.pdf), (25.6. 2017)
- [17] Narodne novine,,: „Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje“, s interneta, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_02\\_18\\_505.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_02_18_505.html), (20.8. 2017)
- [18] B. Jones, Priručnik za gradnju kuća od bala slame, Printex, Čakovec 2001.
- [19] Solarna kuća: <http://www.kimdara.com/solar/index.html>, (15.8. 2017)
- [20] Kalkulator solarne ozračenosti: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, (25.6. 2017)
- [21] DHMZ,,: „osunčanost hrvatske“, s interneta, <http://meteo.hr/index.php>, (25.7. 2017)
- [22] Nastavni plan i program, s interneta, [http://www.azoo.hr/images/AZOO/Ravnatelj/RM/Nastavni\\_plan\\_i\\_program\\_za\\_osnovnu\\_skolu\\_-\\_MZOS\\_2006\\_.pdf](http://www.azoo.hr/images/AZOO/Ravnatelj/RM/Nastavni_plan_i_program_za_osnovnu_skolu_-_MZOS_2006_.pdf), (25.7. 2017)