

# "Eartship"-ekološki osviještena i održiva gradnja

---

**Pevec, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic Pula - College of Applied Sciences / Politehnika Pula - Visoka tehničko-poslovna škola s pravom javnosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:555738>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



**POLITEHNIKA PULA**

**Visoka tehničko - poslovna škola s p. j.**

**Preddiplomski stručni studij**

**POLITEHNIKE**

MARKO PEVEC

**„EARTHSHIP“ – EKOLOŠKI OSVIJEŠTENA I  
ODRŽIVA GRADNJA**

ZAVRŠNI RAD

**Pula, 2015.**

**POLITEHNIKA PULA**

**Visoka tehničko - poslovna škola s p. j.**

**Preddiplomski stručni studij**

**POLITEHNIKE**

**„EARTHSHIP“ – EKOLOŠKI OSVIJEŠTENA I  
ODRŽIVA GRADNJA**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Tehnika materijala

Mentor: Mauro Maretić, dipl. ing.

Student: Marko Pevec

Br. Indeksa: 0069041536

**Pula, srpanj 2015.**

**Sažetak:**

Ovim radom se ukazuje na potrebu uvođenja novog koncepta stambene izgradnje naziva Earthship.

Koncept Earthship se pojavio kao potreba ekološki osvještenih osoba za pronalaskom načina izgradnje kuća koji bi u određenoj mjeri uspio riješiti pitanje stvaranja otpada te mogućnosti življenja bez obaveza stvorenih suvremenim svijetom.

Stoga, ovaj rad, u svojoj suštini izdvaja i razmatra mogući alternativni oblik stambene gradnje, ali u ovisnosti o dostupnosti resursa i tehnika neophodnih za samu izgradnju.

Naglasak rada je na općenitom značenju korištenja alternativnih metoda stambene gradnje i sustava koji u takvim kućanstvima djeluju. Rad se ne bavi detaljima vezanim za samu gradnju, mogućim načinima izvedbe radova i pojašnjavanjem načina funkcioniranja pojedinih energetske sustava.

**Summary:**

This thesis points to the need to introduce a new concept of residential construction called Earthship.

The Earthship concept has appeared as a need of ecologically conscious people to find a way to build houses which would, in some degree, resolve the question of litter disposal and that of the possibility to live without the obligations of the contemporary world.

Thus, this thesis considers primarily a possible alternative to traditional residential construction, but in dependence on the availability of resources and techniques indispensable for construction.

Emphasis is placed on the general and abstract meaning of the use of alternative methods of residential construction and the systems in place in such houses. The thesis doesn't take into consideration the details of construction, the possible ways of conducting the works and the explanation of the functioning of each energetic system.

## SADRŽAJ:

1.UVOD .....	1
1.1.Opis problema .....	2
1.2.Cilj i svrha .....	2
1.3.Polazna hipoteza.....	2
1.4.Metode istraživanja .....	2
1.5.Struktura diplomskog rada .....	2
2.STANDARDNI MODEL GRADNJE .....	3
3.PRISTUP ODRŽIVOJ GRADNJI PO METODI „EARTHSHIP-a“ .....	5
3.1.Uvod u koncept „EARTHSHIP“ ideje .....	5
3.1.1. Ekologija današnjice .....	6
3.1.2. Održivi razvoj.....	6
3.1.3. Otpad .....	7
3.1.4.Današnji koncept stambene gradnje .....	10
3.1.5.„EARTHSHIP“ koncept stambene gradnje.....	11
4. IZGRADNJA „EARTHSHIP-a“ .....	13
4.1.Interakcija sa lokacijom .....	13
4.1.1.Interakcija sa suncem .....	13
4.1.2.Interakcija sa Zemljom.....	17
4.1.3.Interakcija sa energijom i svjetlosti.....	19
4.1.5.Interakcija sa zrakom .....	21
4.1.6.Tipovi lokacija s obzirom na uvjete .....	22
4.2.Dizajn „EARTHSHIP-a“.....	24
4.2.1. Osnovni modul .....	24
4.2.2. Više modula i moguće kombinacije .....	24
4.2.3. Ostali primjeri dizajna.....	27
4.3.Struktura „EARTHSHIP-a“ .....	28
4.3.1. Konstrukcija standardnih građevina.....	29
4.3.2. Konstrukcija „EARTHSHIP-a“.....	30
4.4.Materijali „EARTHSHIP-a“ .....	33
4.4.1. Karakteristike materijala .....	33
4.4.2. Primarni materijali.....	34
4.4.3. Sekundarni materijali .....	36

4.5. Sistemi „EARTHSHIP-a“ .....	38
4.5.1. Solarni električni sistem .....	38
4.5.2. Sistem vode korištene u domaćinstvu .....	39
4.5.3. Sistem otpadnih voda, .....	41
5. PREDNOSTI I NEDOSTACI GRADNJE „EARTHSHIP-a“ U ODNOSU NA STANDARDNU GRADNJU .....	42
6. ZAKLJUČAK .....	43
7. POPIS SLIKA, TABLICA I DIJAGRAMA .....	44
8. POPIS LITERATURE .....	46

## 1.UVOD

Raspoloživost prirodnih resursa sve je manja. Ova činjenica sve više zaokuplja svijest ljudi kao i potreba za zaštitom okoliša. Upravo iz tog razloga korištenje obnovljivih izvora energije i materijala dobiva sve više na značaju. Svakodnevno su ljudi diljem Zemlje putem medija u neposrednom kontaktu sa informacijama o stanju u svijetu. Te informacije govore o klimatskim promjenama, otapanju ledenjaka, presušivanju jezera i izvora vode, poplavama i potresima, nestašicom hrane, pitke vode i neobnovljivih izvora energije i resursa te ekološkim problemima koje stvaraju nekontrolirana proizvodnja otpada, otpuštanje otpadnih voda u oceane te industrija i proizvodnja energije. Bez obzira na pristup informacijama kakav u prošlosti nije bio dostupan većina ljudske populacije nije ili ne želi biti svjesna problema koji ih okružuju. Održivoj budućnosti planeta Zemlje je potrebna promjena svijesti i načina života ljudi. Potreban je drugačiji koncept gradnje stambenih zgrada koji bi trebao biti u stanju nositi se sa potrebama suvremenog načina života dok bi u isto vrijeme pomagao u rješavanju nekih od ekoloških problema današnjice. Jedan od koncepata održive gradnje i načina življenja jest i onaj utemeljen početkom 70-tih godina 20. stoljeća od strane američkog arhitekta Michaela Reynoldsa. Taj je koncept nazvan Earthship, to jest stambena građevina okružena zemljom u čijoj se izgradnji koriste materijali koji su dostupni diljem planeta, koji bi inače završili na otpadima. Takav koncept kuće pruža stanaru mogućnost proizvodnje vlastite energije, potrebne za grijanje, hlađenje i korištenje električno pokretanih uređaja, mogućnost prikupljanja i korištenja vlastitih zaliha vode i mogućnost korištenja sustava recikliranja i upravljanja otpadnim vodama. Earthship je osmišljen kako bi se gradnjom stambenih građevina u budućnosti postupno rješavalo probleme stvaranja otpada tijekom samog postupka gradnje, rješavalo dijela proizvedenog ukupnog otpada te kako bi se smanjila potreba za dodatnim količinama umjetno proizvedene energije od neobnovljivih izvora kao što su nafta, zemni plin i ugljen. Korištenjem odbačenih automobilskih guma kao primarnim građevinskim materijalom te odbačenim aluminijskim limenkama i staklenim bocama kao sekundarnim građevinskim materijalom u interakciji sa prirodnim Zemljinim procesima i fenomenima u smislu dobivene energije, vode, zraka i hrane Earthship predstavlja pojam održive gradnje i načina života. Koncept Earthshipa jedan je od procesa održanja zadovoljavajućeg stupnja zaštite prirode planeta Zemlje i zaštite života na Zemlji kako danas tako i u budućnosti.

## **1.1.Opis problema**

Današnji koncept stambene izgradnje potpomognut masovnim centraliziranim sistemima o kojima ovisimo više se kao takav ne može smatrati zadovoljavajućim, sigurnim i pouzdanim u smislu očuvanja prirode i planeta kakvog poznajemo.

## **1.2.Cilj i svrha**

Cilj rada je predstaviti koncept „Earthship“ u stambenoj gradnji koji se zasniva na načelu održivog življenja i gradnje. Svrha rada je prikazati prednosti gore navedenog koncepta u gradnji u odnosu na postojeće „standardne“ tipove gradnje.

## **1.3.Polazna hipoteza**

Stambena gradnja koja se zasniva na konceptu „Earthship“ te ostali oblici tzv. zelene ili ekološke gradnje jesu zaista budućnost održivog razvoja i stanovanja.

## **1.4.Metode istraživanja**

Metode koje su korištene jesu: metoda analize i metoda sinteze.

## **1.5.Struktura diplomskog rada**

Završni rad se sastoji od 8 poglavlja. U prvom poglavlju se nalazi nekoliko uvodnih riječi, cilj rada te polazna hipoteza. Nakon prvog poglavlja slijedi kratak opis standardnog modela gradnje i njegovih odlika. Nastavno sa drugim poglavljem dolazi treće u kojem je opisan i obrazložen koncept Earthship. Četvrto poglavlje detaljnije opisuje razne metode izgradnje kao i sastavne dijelove same građevine te njihova svojstva i mogućnosti. Zatim slijedi prikaz prednosti i nedostataka takvog koncepta izgradnje kroz Swot analizu. Na samom je kraju rad zaključen sintezom dobivenih i obrađenih podataka.



## 2.STANDARDNI MODEL GRADNJE

Na Zemlji se razvitkom civilizacije razvijao i pojam zaklona od nepogodnih vremenskih uvjeta. Prvi oblici kuća su bile špilje napravljene prirodnim putem odnosno Zemljinim procesima. Razvijanjem svijesti ljudi i njihovih potreba mijenjao se dizajn i koncept kuće za stanovanje. Kroz povijest je vidljivo korištenje svih na Zemlji dostupnih i pogodnih materijala za gradnju kao što su drvo, slama, blato, kamen, te u novije vrijeme beton, cigla, plastika i slično. Uloga korištenih materijala je bila osiguravanje konstrukcijske stabilnosti građevine i donekle zaštitu od vremenskih uvjeta. Građevina sama po sebi nije osiguravala potreban stupanj udobnosti već se to postizalo uvođenjem raznih sustava kao što su peći za grijanje, voda i sustavi neophodni za njezinu upotrebu, sustav za opskrbu električnom energijom i drugi. Danas su uvjeti građenja propisani zakonom. U Hrvatskoj se Zakonom o gradnji uređuje projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka s tim u vezi radi osiguranja zaštite i uređenja prostora u skladu s propisima koji uređuju prostorno uređenje te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih tim Zakonom i propisima donesenim na temelju tog Zakona i posebnim propisima. Zakon o gradnji definira temeljne zahtjeve za građevinu koji se redom odnose na : mehaničku otpornost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, higijenu, zdravlje i okoliš, sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe, zaštitu od buke, gospodarenje energijom i očuvanje topline te održivom uporabom prirodnih izvora. Tumačenjem odredbi i članaka Zakona vidljiva je jednaka namjera očuvanja prirode i okoliša kao i života i zdravlja ljudi kao i kod koncepta Earthshipa. Nameće se pitanje koliko je zapravo takva namjera očuvanja okoliša i prirodnih resursa zaista zastupljena kod izvođača građevinskih radova i samih investitora. Primjeri građevinske izgradnje zgrada današnjice pokazuju da se malo tko bavi utjecajem takvih radnji na ostavljanje negativnog utjecaja ili otiska u prirodi i budućnosti. Novac i moć mogu dovesti do izmjena izgleda okoliša nepojmljivih ekološki osvještenim osobama. Najevidentniji primjer takve promjene izgleda prirode je onaj koji se neprestano dešava u Ujedinjenim Arapskim Emiratima, ali i ostalim naftom bogatim zemljama. Naime od pustinjske zemlje taj se prostor kroz 20-ak godina promijenio u jedan od najelitnijih mjesta koje možemo posjetiti na Zemlji. U moru nastaju umjetni otoci nalik na palme ili drugih nezamislivih oblika, podižu se zgrade koje sežu do nekoliko stotina metara u visinu i koje unutar sebe sadrže skijališta sa umjetnim snijegom dok su vani temperature više od 30 °C.



**Slika 1. Primjer stvaranja umjetnog kopna u obliku palme blizu grada Dubai-a**

**Izvor: S interneta, web stranica ([http://www.prp-international.com/english/palm\\_jebel\\_ali/index.htm](http://www.prp-international.com/english/palm_jebel_ali/index.htm))**

Postaje sve jasnije kako će ljudski rod trebati početi napuštati dosadašnje načine i koncepte gradnje uvelike poticane potrebom za pokazivanjem moći i bogatstva. Razorni potresi, tsunamiji i slične vremenske neprilike dokazuju nedostatke stambene i drugih tipova izgradnje. Potrebno je pronaći rješenja postojećih problema po pitanju gradnje, ekologije i očuvanja života i budućnosti ljudskog roda.

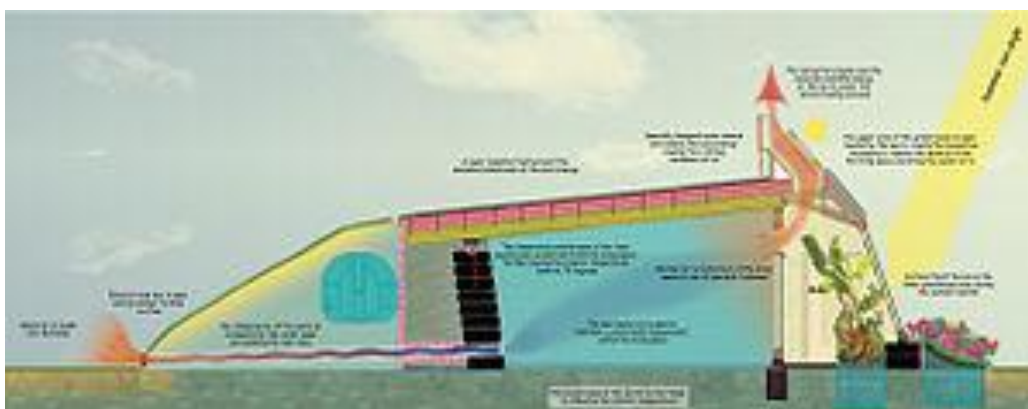


**Slika 2. Učinak potresa na stambene zgrade**

**Izvor: S interneta, web stranica (<http://www.epictimes.com/tag/earthquake/>)**

### 3.PRISTUP ODRŽIVOJ GRADNJI PO METODI „EARTHSHIP-a“

Možete li zamisliti kuću koja ne stvara račune za grijanje i hlađenje, kuću koju „običan“ čovjek može sam sagraditi, kuću u kojoj je moguće uzgajati povrće i voće kroz cijelu godinu, kuću koja ne stvara troškove i račune za električnu energiju, vodu i drugo, kuću koju je moguće sagraditi koristeći neograničene količine dostupnih prirodnih resursa, i možete li zamisliti civilizaciju koja bi bila više prijateljski nastrojena prema samoj Zemlji. Sve od navedenog je moguće kada govorimo o Earthship-u.



Slika 3. Prikaz bočnog presjeka Earthshipa i interakcije sa prirodnim fenomenima

Izvor: S interneta, web stranica (<https://en.wikipedia.org/wiki/Earthship>)

#### 3.1.Uvod u koncept „EARTHSHIP“ ideje

Noa inspiriran Božjom riječi, vidjevši nadolazeće oblake odlučio je sagraditi brod kojim će ploviti morem u vrijeme kada kopna više ne bude. “Danas nije potreban prorok kako bi vidjeli nadolazeće oblake.”<sup>1</sup> Sveukupno iskorištavanje Zemlje ostavlja konstantno rastuću ljudsku populaciju na milost i nemilost sve bržim promjenama životnih uvjeta koje slijede u budućnosti. Kao što je Noa trebao brod kojim bi preživio poplave tako i ljudski rod treba danas, više nego ikad, brod kojim bi plovili neovisni o arhaičnim samorazarajućim energetske sustavima o kojima smo postali ovisni. Sve osnovne životne potrebe poput hrane, vode, grijanja, električne energije i ostalo dolaze od strane velikih centraliziranih energetskih sustava bez kojih bi pojam modernog kućanstva bio krajnje nefunkcionalan. Upravo ti sustavi s namjerom da održe koncept ljudskog života nanose planetu nepopravljivu štetu. Potreba za prelaskom na drugačije sustave postaje neizbježna kako bi pokušali smanjiti pogoršanje stanja

<sup>1</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., Uvod

eko sustava planete Zemlje ili, ako je za to već kasno, kako bi imali u budućnosti samoodrživa kućanstva koja će nas uzdržavati u direktnoj interakciji sa prirodnim fenomenima. „Sada su nam potrebni Earthships – neovisni brodovi – kojima možemo ploviti morima budućnosti“<sup>2</sup>

### 3.1.1. Ekologija današnjice

Postojeći “spontani dizajn” ekonomskog sustava emitira milijarde tona toksičnog materijala u vode, tlo i atmosferu. Proizvodi neke materijale toliko opasne da će zahtijevati nadzor i tokom budućih generacija. Nepovratno zakapa vrijedne materijale na planetarnoj razini ili ih spaljuje. Zahtjeva kompliciranu i brojnu regulativu koja ne čuva zdravlje ljudi i ekosistema već samo usporava dinamiku zagađenja. Erodira raznolikost prirodnih vrsta i smanjuje kulturnu raznolikost. Ekonomski rast i razvoj potiču industrijsku proizvodnju, mehaniziranu poljoprivredu i urbanizaciju –glavne potrošače pitke vode.

### 3.1.2. Održivi razvoj

Održivi razvoj<sup>3</sup> je dinamički proces. Termin "razvoj" uključuje promjenu, napredak, mogućnosti poboljšanja. "Održivost" dodaje tome konceptu ideju trajnosti. I to znači da promjena ne smije biti samo ekonomski vidljiva već i ekološki i društveno uspješna. Agenda 21 ili Konferencija UN o okolišu i razvoju (UNCED, Rio de Janeiro, 1992.) -poticanje međunarodnih i nacionalnih programa za unapređenje okoliša koji daju potreban značaj zaštititi prostora i prostornom planiranju. Agenda 21 govori o pravu na zdravo stanovanje, poboljšavanje ekoloških i socijalnih čimbenika kvalitete življenja, poticanje i razvoj integralnog pristupa planiranju, razvoju, održavanju infrastrukture i upravljanja njome, povećanje učinkovitost korištenja energije i poticanje korištenja obnovljivih izvora energije, poticanje razvoja ekološki održivih građevinskih tehnologija i djelovanje u pravcu održivog razvoja.

---

<sup>2</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., Uvod

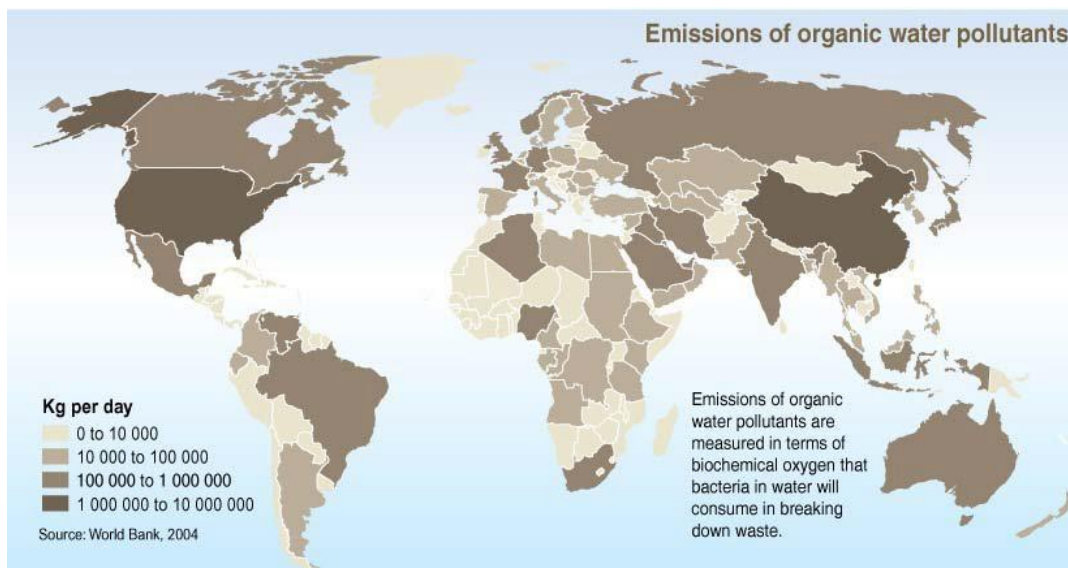
<sup>3</sup> Održivi razvitak je razvitak društva, koji kao temeljne kriterije uključuje ekološku, gospodarsku i socio-kulturnu održivost, i koji s ciljem unaprijeđenja kvalitete života i zadovoljavanja potreba današnjeg naraštaja uvažava iste mogućnosti zadovoljavanja potreba idućih naraštaja, te omogućuje dugoročno očuvanje kakvoće okoliša, georaznolikosti, bioraznolikosti te krajobraza. Zakon o zaštiti okoliša (NN78/15)

### 3.1.3. Otpad

Studija provedena u pet industrijaliziranih zemalja pokazala je da između  $\frac{1}{2}$  i  $\frac{3}{4}$  materijalnih resursa koji uđu u ekonomski proces biva vraćeno u okoliš kao otpad<sup>4</sup> unutar jedne godine. Odlaganje otpada je svaka aktivnost koja uključuje manipulaciju otpadom a ne sadrži mogućnost povrata dijela prirodnih resursa, recikliranja, direktnog ili indirektnog ponovnog korištenja otpada. Gospodarenje otpadom podrazumijeva smanjivanje, skupljanje, transport, obradu i odlaganje opasnog i drugog otpada uključujući brigu o odlagalištu otpada. Vrste otpada dijelimo po mjestu proizvodnje ili nastanka na: otpad proizveden u kućanstvu, komercijalni otpad, industrijski otpad i poljoprivredni otpad, po formi ili agregatnom stanju na: kruti otpad (plastika, stiropor, boce, limenke, papir, staro željezo i slično), tekući otpad (pranje u kućanstvu, kemikalije, ulja, otpadne vode, ispusti u industriji i slično) i plinoviti otpad (opasne tvari, radioaktivnost i drugo). Otpad prema mogućnosti razgradnje u prirodi dijelimo na: bio-razgradljivi, onaj koji se može razgraditi u prirodi (npr. papir, drvo, voće i ostali materijali biljnog i životinjskog porijekla) i bio-ne-razgradivi, otpad koji se ne može razgraditi u prirodi (npr. plastika, staklo, limenke, metal, stiropor i slični materijali). Prema utjecaju na ljudsko zdravlje i okoliš otpad možemo podijeliti na: opasni otpad, onaj koji posjeduje neko od svojstava koje ga čine opasnim za komercijalno, industrijsko ili drugo korištenje i odlaganje (eksplozivnost, zapaljivost, korozivnost, toksičnost, otrovnost, radioaktivnost, infektivnost) i generalni otpad, otpad koji ne posjeduje opasna svojstva i koji ne može dovesti nakon odlaganja do nastanka materijala s opasnim svojstvima. Lošim gospodarenjem otpadom djelujemo na zdravlje ljudi, promjene socioloških i ekonomskih uvjeta života i poslovanja. Utjecaj na okoliš je vidljiv kroz utjecaj na sastav atmosfere i na promjenu klime. Zagađivanje okoliša otpadom se vrši zagađivanjem podzemnih voda koje utječu na sav živi svijet. Zagađivanje se širi preko zraka, tla, rijeka i mora. Zagađivanje vode organskim otpadom te količine organskog otpada ispuštene u vode vidljive su na slici koja slijedi.

---

<sup>4</sup> Otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Otpad>)



**Slika 4. Udjeli pojedinih zemalja u procesu zagađenja vode organskim otpadom**

Izvor: S interneta, web stranica ([http://www.grida.no/graphicslib/detail/emissions-of-organic-water-pollutants\\_1059](http://www.grida.no/graphicslib/detail/emissions-of-organic-water-pollutants_1059))

Teško je procijeniti količine otpada (npr. kućnog i komunalnog). Lakše je procijeniti stanje, iz kojeg se vidi da se godišnje na Zemlji stvori više Gt otpada i raste ubrzano. Najveći proizvođači su bogate zemlje (pojedinci), (SAD ~20%, Japan ~5%). Velike razlike u vrsti otpada nastaju upravo između siromašnih i bogatih ljudi. Bogate zajednice u većem udjelu stvaraju staklo, papir, plastika, metali i drugi trajni otpad koje nije jednostavan za gospodarenje i više košta. Siromašne zajednice većinom stvaraju organski otpad koji je važan za gospodarenje jer se može kompostirati (najsigurniji i najjeftiniji pristup). Što se može učiniti? Reducirati otpad i sprječiti nastanak otpada kroz smanjenje potrošnje papira (dvostrano tiskanje, elektronički priručnici), unaprijediti dizajn proizvoda tako da se koristi manje materijala, promijeniti način pakiranja tako da se eliminira nepotrebnog materijal, ponovno korištenje, korištenje za proizvodnju energije, korištenje bio-razgradivih materijala, recikliranje, skupljanje, sortiranje i odlaganje na ekološki prihvatljiv način. Recikliranje dijelom rješava problem odlaganja otpada zato što nije skupo i predstavlja ekonomski potencijal. Posebno je popularno u razvijenim zemljama (Njemačka), primjenjivo je na pojedince i industriju, uključuje sve faze u životnom ciklusu proizvoda to jest sirovine, proizvodnju i pakiranje, korištenje i odlaganje, sve je više u primjeni i u siromašnim zemljama. Odbačene automobilske gume su jedan od problematičnijih i količinski većih vrsta otpada s obzirom na velike proizvedene količine potonjih, njihovu trajnost i činjenicu da je dio sastava gume ekološki problematičan. „Procjenjuje se da je 259 milijuna guma godišnje odbačeno (podatak iz 1980-ih i 1990-ih). Čak je u razvijenim zemljama poput Njemačke,



procijenjeno da se 55% guma spali kao gorivo.<sup>5</sup> Gume nisu poželjne na otpadima zbog njihovog velikog broja i zbog 75% praznog prostora koji čini gumu. Kao takve brzo zauzimaju veliku količinu korisnog prostora za odlaganje, a požari guma, na mjestima gdje se one odlažu, pojavljuju se u dva oblika: kao brzo gorući događaj koji vodi momentalnom gubitku kontrole nad vatrom te kao sporo goruća piroliza<sup>6</sup> koja može trajati preko jednog desetljeća. Takve su vatre poznate kao teško gasive te izgaranjem nastaje puno dima koji sa sobom nosi toksične kemikalije. 1983 godine 7 milijuna guma gorilo je u Winchesteru, Virginiji, 9 mjeseci, zagađujući obližnja područja sa olovom i arsenom.



**Slika 5. Požar odbačenih automobilskih guma na otpadu**

**Izvor: S interneta, web stranica (<http://thmirror.blogspot.hr/2013/01/the-hugest-tire-fires-in-history.html>)**

Zahvaljujući napretku tehnologije danas se odbačene gume mogu reciklirati i kao takve koristiti u velikom broju procesa što uvelike smanjuje problem njihovog odlaganja na otpad. U Hrvatskoj se danas stare gume, zbog svoje kalorične vrijednosti, odnosno svojstva da prilikom gorenja oslobađaju velike količine topline, koriste kao gorivo u Tvornici cementa Koromačno. Stare gume se mogu i reciklirati a reciklirana guma može se koristiti kao sirovina

---

<sup>5</sup> S interneta, web stranica ([https://en.wikipedia.org/wiki/Tire\\_recycling](https://en.wikipedia.org/wiki/Tire_recycling))

<sup>6</sup> **Piroliza** (piro- + -liza), kemijska razgradnja organskih tvari djelovanjem topline na visokoj temperaturi, bez prisutnosti [kisika](#) i [vode](#) i tako se dobivaju čisti elementi. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Piroliza>)

za izradu umjetne trave, podloge za sportska igrališta i parkirališta, ceste, u proizvodnji obuće itd. U Hrvatskoj se recikliranjem starih guma bavi tvrtka Gumiimpex iz Varaždina.<sup>7</sup>



**Slika 6. Isjeckane odbačene automobilske gume**

Izvor: S interneta, web stranica ([https://en.wikipedia.org/wiki/Tire\\_recycling](https://en.wikipedia.org/wiki/Tire_recycling))

#### 3.1.4. Današnji koncept stambene gradnje

Koncept gradnje se zapravo stoljećima nije znatno promijenio. U počecima su ljudi za obitavanje koristili razne zaklone, špilje, kako bi se zaštitili od vremenskih uvjeta. Ubrzo su u tim zaklonima počeli obavljati radnje koje su zahtijevale svjetlo, vatru, vodu i određeni nivo udobnosti. Kako bi to postigli počeli su donositi energiju i vodu u zaklon. Prvo su to činili rukama a kasnije raznim sustavima. Sustavi su se razvili od nošenja vatre u ložište do nuklearnih elektrana koje prenose energiju žicama po cijelom svijetu. Sustavi su se radikalno razvili dok je zaklon ostao samo zaklon. Centralizirani sustavi su postali važniji od samog zaklona te smo o njima ovisni i bez njih ranjivi u slučaju raznih katastrofa. Postojeća kućanstva su nefunkcionalna bez potrebnih sustava od kojih u jednu ruku dobivamo energiju dok u drugu isti ti sustavi truju rijeke, oceane, zemlju, uništavaju floru i faunu i proizvode radioaktivni otpad.

---

<sup>7</sup> S interneta, web stranica (<http://www.sirovina.hr/Ekologija.aspx#34>)





**Slika 7. Prikaz utjecaja konvencionalnog načina života na okoliš**

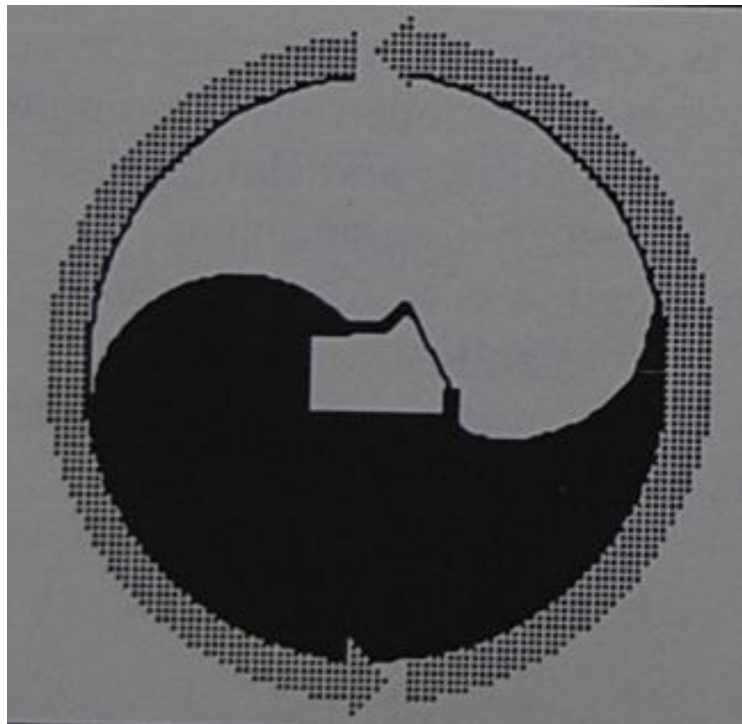
**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Bioteecture, 1990., str. 5.**

Trenutni koncept kućanstva je primoran biti priključen u razne sustave. Ta ista potreba za priključenjem u sustave nas sprječava u korištenju tisuća hektara predivne prirode. Neka od najljepših mjesta na svijetu su nedostupna za obitavanje upravo zbog nedostupnosti sustava. Limitacija, ovisnost, ranjivost, i otrovi nam daju puno razloga da dovedemo u pitanje postojeći koncept kućanstva s obzirom da se konstantno povećava potreba za enormnim centraliziranim sustavima koji uništavaju planet, lokacija kućanstva je ovisna o dostupnosti sustava, samo kućanstvo bez pripadajućih sustava je nefunkcionalno, sam način nastanka pridonosi stresu kako ljudi tako i planeta.

### 3.1.5. „EARTHSHIP“ koncept stambene gradnje

Earthship kao novi koncept kućanstva trebao bi se baviti kako energetske sustavima tako i sa samom građevinom. S obzirom na mnogobrojne probleme koje predstavljaju sadašnji centralizirani energetske sustavi i s obzirom da nitko sa sigurnošću ne može znati što slijedi u budućnosti, javlja se potreba da kućanstvo samo po sebi sadrži sustave na koje smo navikli. Uvelike bi pomoglo kada bi u osmišljavanju novog koncepta kućanstva ponovo procijenili vlastite potrebe. Ljudska populacija je toliko brojna da dolazi vrijeme kada je potrebno

prestati samo uzimati od Zemlje i iskorištavati njezine resurse, već trebamo početi težiti samoodrživosti. Jedna bitna činjenica koju moramo imati na umu jest da takav koncept gradnje mora biti dostupan svim ljudima. Ne smije se dogoditi da taj koncept bude milijunska investicija koju bi si samo bogati mogli priuštiti. Koncept, dizajn i stvarna metoda realizacije Earthshipa treba biti razvijena imajući to na umu. „Osim interakcije sa prirodnim fenomenima, takav koncept treba biti u interakciji sa običnim čovjekom.“<sup>8</sup> Koncept Earthshipa treba biti u stanju funkcionirati svugdje, smanjiti i na kraju obustaviti potrebu za vanjskim sustavima, biti dostupan običnom čovjeku, biti u mogućnosti uzagajati hranu, rješavati se vlastitog otpada i nusproizvoda, proizvoditi vlastitu energiju, proizvoditi vlastitu umjerenu mikroklimu, koristiti nusproizvode današnjeg doba i sve to interakcijom sa prirodnim fenomenima, bez povezanosti sa vanjskim izvorima.



**Slika 8. Zaokružen proces izgradnje Earthshipa**

**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 20.**

---

<sup>8</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 10.

## **4. IZGRADNJA „EARTHSHIP-a“**

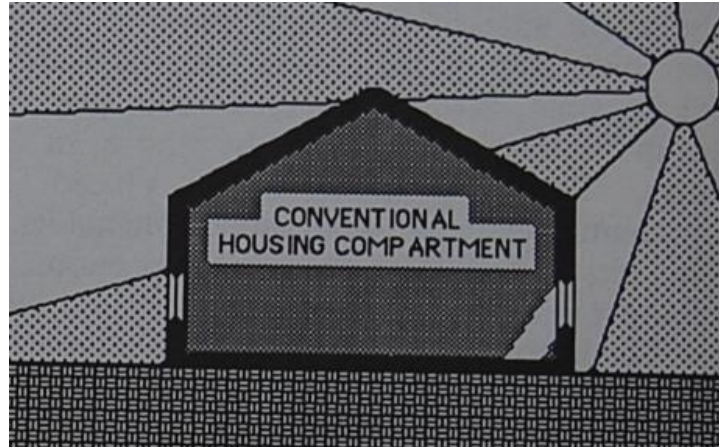
Razlikujemo dva poznata i popularna principa gradnje korištenjem zemlje. To su kuće zidane od blata i slame koje postoje od pamtivijeka i jos se uvijek koriste i grade diljem svijeta te kuće od zemlje sabijene u odbačene automobilske gume čiju je ideju razvio u zadnjih 30-ak godina i još uvijek razvija američki arhitekt Michael Reynolds. Gradnja po principu Michaela Reynoldsa nazvana Earthship (Earth- Zemlja, ship- plovilo) detaljnije će biti prikazana u nastavku. Većina primjera u radu će biti prikazana kroz prvotni Earthship koji je bio sagrađen u Americi, New Mexico na 37° sjeverne zemljopisne širine, na nadmorskoj visini od 2133 metara i temperaturama od -34 °C do +38 °C.

### **4.1. Interakcija sa lokacijom**

Interakcija je međudjelovanje između dva sistema koji jedno drugom istodobno daju i uzimaju. Upravo ta interakcija nedostaje kod velikih centraliziranih energetske sustava od kojih ljudi samo uzimaju. Priroda i životinje koriste interakciju s prirodnim fenomenima Zemlje, kao npr. drvo koje raste iz zemlje, hrani se iz zemlje te nako što mu prođe vijek trajanja umire, trune i koristi kao hrana ostalom novoniklom drveću. Osim toga koristi ugljikov dioksid koji životinje otpuštaju i proizvodi kisik od kojega dišu. Drveće i životinje su aktivni sudionici u procesima na Zemlji i među sobom. Današnji život čovjeka uključujući i stambenu izgradnju ne može se smatrati takvom interakcijom s planetom, štoviše svakim se danom sve više udaljavamo od procesa vezanih za planet. Od Zemlje samo uzimamo dok ništa korisnog ne vraćamo. Živimo na Zemlji no ne i u skladu sa Zemljom. Novi koncept kućanstva u interakciji je sa planetom. Postoji mnogo prirodnih fenomena koji rezultiraju temperaturom, energijom, proizvodnjom hrane, i svime potrebnim za održavanje života. Potrebno je proizvesti „brod“ koji će u doticaju sa tim fenomenima pružati okruženje koje će podržati ljudski život. Fenomeni s kojima je Earthship u interakciji su povezani sa četiri elementa: vatra, zemlja, zrak i voda.

#### **4.1.1. Interakcija sa suncem**

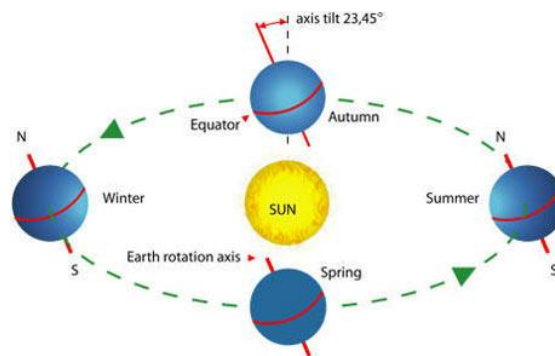
Vatra nam pruža toplinu, svjetlost i energiju. Sunce je bez sumnje glavni izvor svega navedenog. Konvencionalno kućanstvo štiti svoje prostorije od sunčevog svjetla, time izostavljajući potencijalni izvor topline, svjetla i energije.



**Slika 9. Primjer konvencionalnog kućanstva**

**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Bioteecture, 1990., str. 28.**

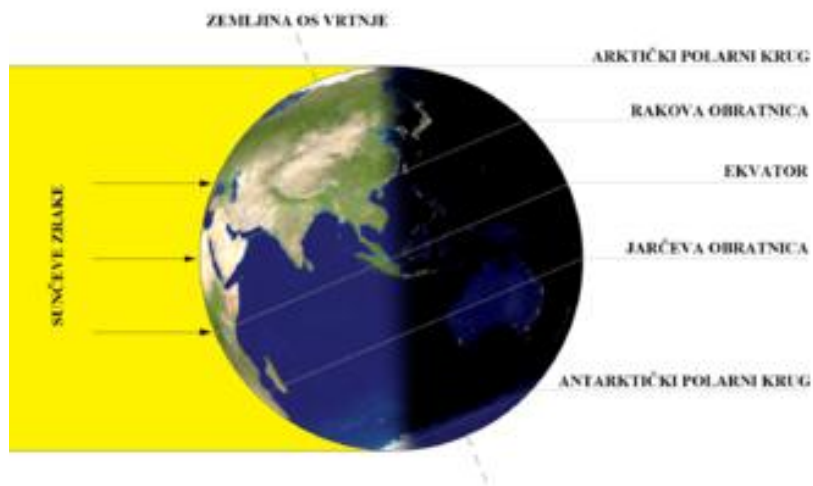
Earthship prihvaća Sunce i u interakciji s njime prikuplja neograničenu toplinu, svjetlost i energiju. Da bi se to postiglo predviđen je drugačiji oblik pozicioniranja kuće, pa slijedom navedenog svaka kuća treba biti orijentirana na jug. S obzirom na poziciju Zemlje u odnosu na Sunce i na okretanje Zemlje oko svoje pomaknute osi u sjevernoj polutci Sunce se javlja niže na nebu tijekom zime i više tijekom ljeta. Obrnuti je slučaj za južnu polutku.



**Slika 10. Odnos položaja Zemlje ovisno o Suncu tijekom godišnjih doba**

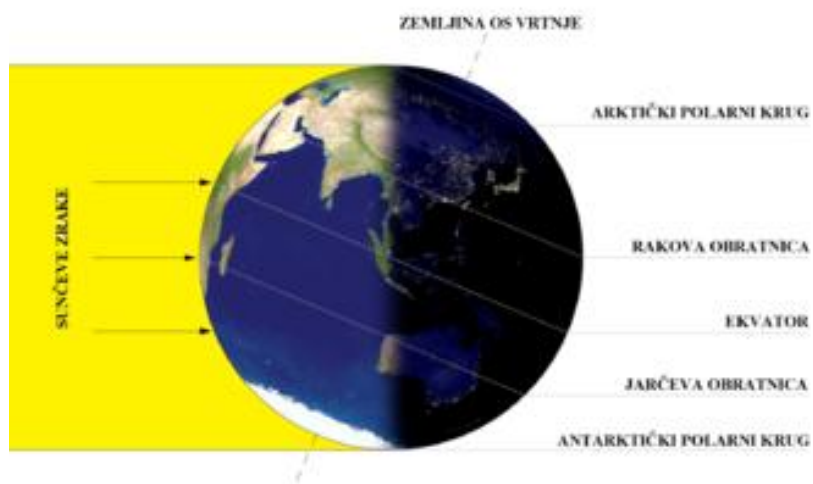
**Izvor: S interneta, web stranica - (<http://www.nationsonline.org/oneworld/earth.htm>)**

Sunce će se pojaviti u različitim kutevima na nebu sa različitih lokacija na Zemlji. Na sjevernoj polutci uvijek je najniže na nebu na dan koji se zove zimski solsticij, dok je najviše na dan koji se zove ljetni solsticij. Točni datumi za te događaje jesu 21. Prosinac i 21. Lipnja.



Slika 11. Ljetni suncostaj ili solsticij

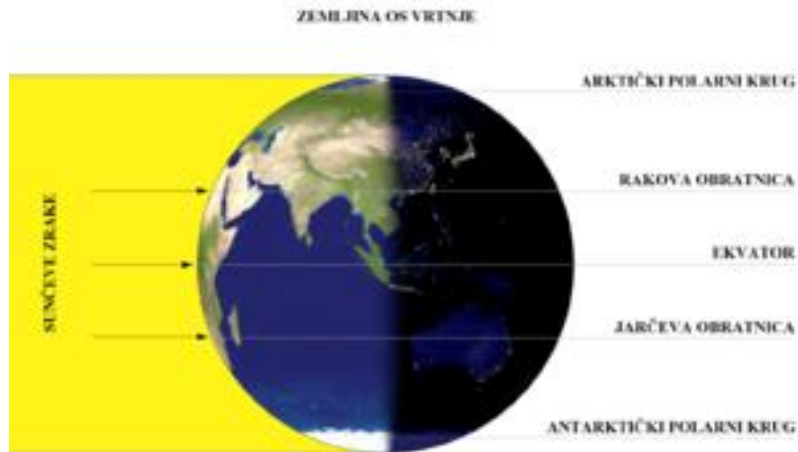
Izvor: S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Suncostaj>)



Slika 12. Zimski suncostaj ili solsticij

Izvor: S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Suncostaj>)

Suprotno je na južnoj polutki. Na pola puta između tih točaka su dva ekvinocija 21. Ožujak i 21. Rujan, to jest vrijeme kada se Sunce nalazi ravno iznad ekvatora.



Slika 13. Ravnodnevnicu ili ekvinocij

Izvor: S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/Zemljina\\_putanja](https://hr.wikipedia.org/wiki/Zemljina_putanja))

Na 37° sjeverne zemljopisne širine Sunčeve zrake u odnosu na Zemlju na najkraći dan u godini u podne padaju pod kutem od 30°. Temperaturni prioritet je za to područje dobiti dovoljno topline preko zime, te stoga pogled Earthshipa usmjeravamo na jug i stakla stavljamo pod kutem od 60° kako bi sunčeve zrake u njihovoj najnižoj točki bile okomite na to staklo.



Slika 14. Bočni prikaz Earthshipa i ulaska ljetnog i zimskog Sunca u unutrašnjost prostora

Izvor: S interneta, web stranica (<http://www.greenhomebuilding.com/recyclematerials.htm>)



Takav nagib rezultira i kao znatna refleksija zraka ljeti kada toplina nije poželjna. Također je bitno obratiti pozornost i na promjenu duljine dana između ljeta i zime jer ljeti Sunce nije samo više nego i ima širi horizontalni kut ili azimut<sup>9</sup>. Različita mjesta na Zemlji imaju različite količine sunčeve svjetlosti, no mjesta na istoj geografskoj širini imaju jednak broj sunčevih sati na bilo koji dan, uzimajući u obzir da se nalaze na istoj nadmorskoj visini.

#### 4.1.2. Interakcija sa Zemljom

Zemlja prima i pohranjuje toplinu, energiju i svjetlost od Sunca. Kako Earthship prima Sunce i njegove zrake baš kao što to radi i Zemlja koristi iste procese interakcije sa Suncem koje koristi i Zemlja. Kako bi bolje razumjeli navedene procese potrebno je objasniti način na koji se toplina kreće. Kada se događa slobodna izmjena topline uvijek se događa da toplina sa toplijeg tijela ili mjesta prelazi na ono hladnije, to jest toplije tijelo gubi energiju dok ga hladnije dobiva i tako sve dok se ne postigne ravnoteža. „Kondukcija topline ili termalna kondukcija je spontani prijenos toplinske energije kroz tvar, iz područja više temperature u područje niže temperature, i stoga djeluje u svrhu izjednačavanja temperaturnih razlika. Konvekcija (strujanje) jest usmjereno gibanje odnosno strujanje fluida (tekućina i plinova), u kojem se topliji fluid giba prema hladnijem i predaje toplinu okolini. Radijacija (zračenje) je prijelaz topline koji se odvija putem elektromagnetskog zračenja.“<sup>10</sup> Zona ugone bila bi skup uvjeta na kojima bi čovjeku bilo ugodno obavljati svakodnevne zadatke. Ona je ovisna o kulturama i lokaciji, no na sve utječu isti prirodni fenomeni kao temperatura zraka okoline, relativna vlažnost te brzina i kretanje zraka. Svaka tvar se sastoji od molekula koje imaju određenu masu, a upravo ta masa ima mogućnost pohranjivanja topline. Termalna masa je termin koji označava koliko određeni materijal može zadržati toplinu. „Idealni materijal za termalnu masu bi držao puno topline i otpuštao je tokom velikog perioda vremena.“<sup>11</sup> Voda je jedan od boljih materijala kad je u pitanju termalna masa, no osim nje dobri su i zemlja, slama, pijesak, kamen, cigla i beton. Zemlja je najjeftinija i najdostupnija opcija te je zato idealan materijal za izgradnju Earthshipa. Što je gušći materijal to će više topline zadržati, stoga čvrsto pakirana ili nabijena zemlja predstavlja jako dobar spremnik ili „bateriju“ za spremanje temperature za ugodnu okolinu. Unutarnji prostor Earthshipa bi trebao biti

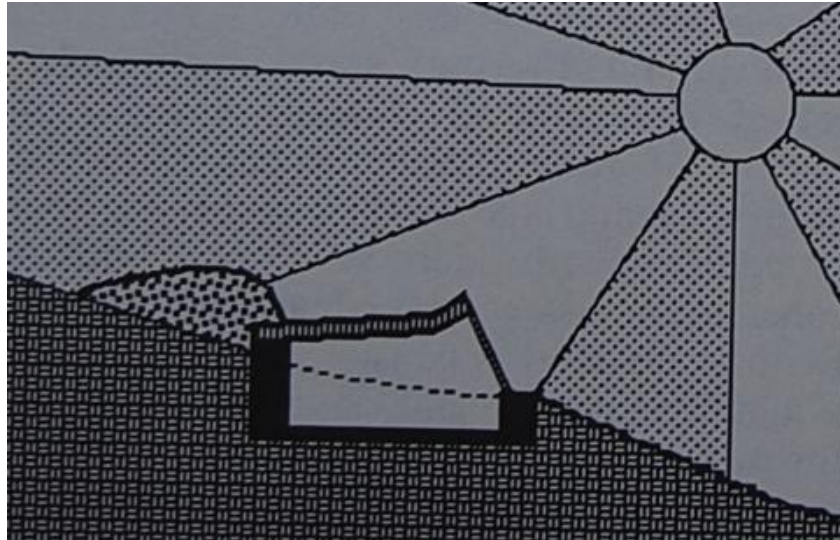
---

<sup>9</sup> Azimut (arap. as-sumūt: smjerovi, putovi, množina od as-samt) je koordinata nebeskog tijela u horizontskom koordinatnom sustavu. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Azimut>)

<sup>10</sup> S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/Prijenos\\_topline](https://hr.wikipedia.org/wiki/Prijenos_topline))

<sup>11</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 35.

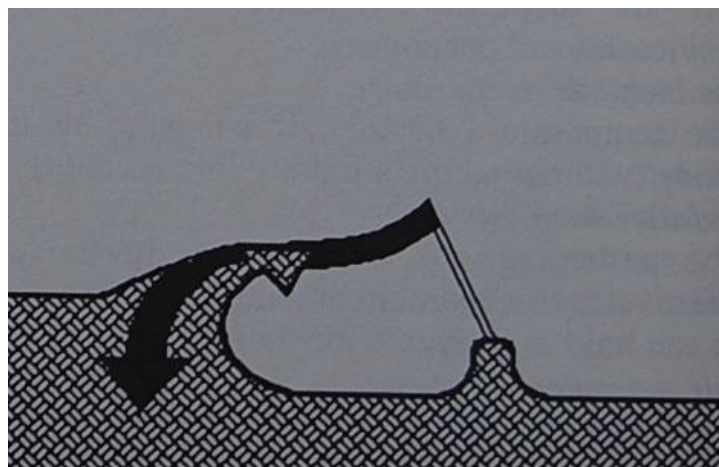
okružen obilnim količinama materijala velike gustoće kako bi spremao i kasnije otpuštao toplinu dobivenu od Sunca. Što je veći volumen materijala u odnosu na prazan prostor unutar građevine stabilnija bi trebala biti zona ugone. To bi se moglo postići debelim zidovima i pokrivanjem same građevine sa zemljom u što većem oposegu.



**Slika 15. Prikaz okruženosti građevine zemljom**

**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 36.**

Kad zagrijavamo neko tijelo ono se širi, dok kada neko tijelo hladimo ono se skuplja. Svi materijali za izgradnju na taj način reagiraju ovisno o vremenskim uvjetima. Materijali koji su kruti kao npr. beton mogli bi zbog tog svojstva pucati. Earthship je više usmjeren na to da se kreće sa Zemljom, a ne da se njoj pokušava oduprijeti.



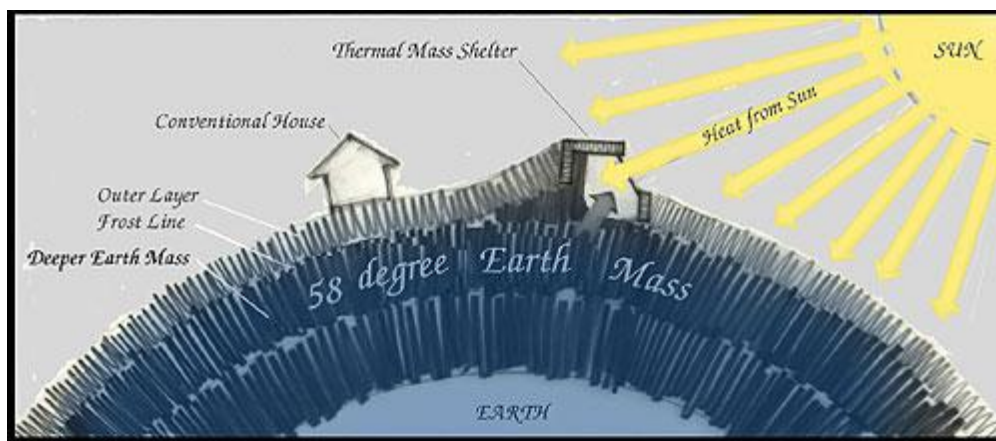
**Slika 16. Povezanost Earthshipa sa Zemljom**

**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 36.**



#### 4.1.3. Interakcija sa energijom i svjetlosti

Lišće biljaka i stabala sakuplja sunčevu energiju i procesom fotosinteze svjetlo pretvara u kemijsku energiju koju zatim koristi ili sprema u ostalim dijelovima biljke. Kako bi što više iskoristili taj fenomen, konceptu Earthshipa treba osigurati osunčana mjesta kako bi se fotosinteza mogla dešavati u zatvorenom i tako pružati uvjete za proizvodnju jestivih biljaka tokom cijele godine. Osim proizvodnje hrane, sunčeva svjetlost se treba iskoristiti i za proizvodnju potrebne električne energije što se može postići instalacijom fotonaponskih ćelija<sup>12</sup> na krov građevine. Električna energija se prenosi do baterija i u njima skladišti za kasnije korištenje. Sunčeva svjetlost se može koristiti umjesto umjetne rasvjete ukoliko joj se na odgovarajući način dopusti ulazak u prostor, time je dodatno naglašena važnost orijentacije prema Suncu. Zemlja se ne grije samo pomoću Sunca već dio topline proizvodi iznutra te se tu pojavljuje pojam geotermalne energije<sup>13</sup>. Zahvaljujući tim fenomenima temperatura Zemlje u najdaljim njenim slojevima ostaje donekle konstanta, to se može osjetiti već metar pod Zemljinom površinom. Takva temperatura je ugodnija od vremenskih uvjeta kako zimi tako i ljeti. Earthship koristeći Zemljinu i Sunčevu toplinu uspijeva tokom cijele godine održati ugodno životno okruženje. Mnoge podzemne građevine su se godinama gradile na način da ih se izoliralo od Zemlje. Earthship ne smije biti izoliran od Zemlje, on mora s njom biti u doticaju kako bi iskoristio velike blagodati prije navedenih fenomena vezanih za toplinu.



Slika 17 Prikaz interakcije Earthshipa sa unutarnjom toplinom Zemlje i toplinom dobivenom od Sunca

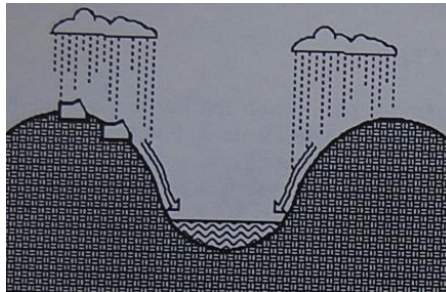
Izvor: S interneta, web stranica ([http://www.openengineering.talktalk.net/OeUni\\_Saving\\_en.html](http://www.openengineering.talktalk.net/OeUni_Saving_en.html))

<sup>12</sup> Fotonaponske ćelije su solarne (sunčeve) ćelije koje pretvaraju energiju sunčeve svjetlosti direktno u struju. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaiaci>)

<sup>13</sup> Geotermalna energija je toplinska energija koja se stvara u Zemljinoj kori polaganim raspadanjem radioaktivnih elemenata, kemijskim reakcijama ili trenjem pri kretanju tektonskih masa S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/Geotermalna\\_energija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Geotermalna_energija))

#### 4.1.4. Interakcija sa vodom

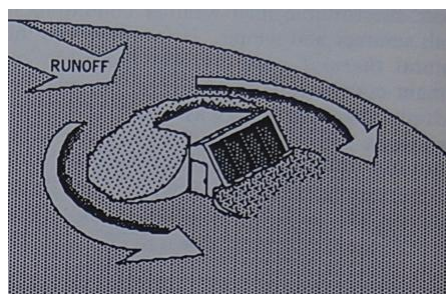
„Voda u interakciji sa Zemljom, Suncem i zrakom na mnogo načina stvara i održava život. Earthship istovremeno treba izbjegavati i prihvaćati vodu kako bi pružao ljudima stanište.<sup>14</sup>“ Zbog prošlosti nastanka Zemlje ona se sastoji od mnogo vrhova i dolina, najveće i najdublje doline su pune vode, to su oceani. Voda se kreće od najviših vrhova dolje prema oceanima ukoliko ne završi u podzemnim spremnicima ili ako prije ne ispari. Na Zemlju voda dolazi i u obliku kiše te onaj dio vode koji ne uspije upiti Zemlja dalje nastavlja otjecati. Neke lokacije će imati manje vode koja će otjecati te su takve lokacije bolje za smještaj Earthshipa. Najbolje lokacije su one koje su najsuše kao npr. blizu vrha planine ili brijega gdje je manja mogućnost da će otjecati puno vode sa viših mjesta.



Slika 18. Lokacija Earthshipa na uzvisini

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 40.

Naravno nisu svi u mogućnosti locirati građevinu na takvom mjestu, stoga je potrebno implementirati radnje koje će usmjeravati vodu koja otječe dalje od same građevine, te izbjegavati mjesta na kojima se voda skuplja.



Slika 19. Kontroliranje otjecanja vode u neposrednoj blizini Earthshipa

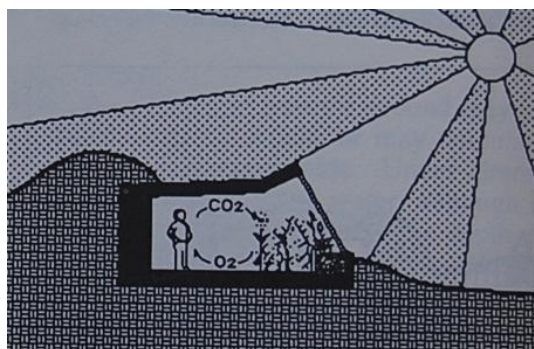
Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 40.

<sup>14</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 36.

S obzirom da je Earthship osmišljen da funkcioniše u interakciji sa prirodnim fenomenima trebao bi iskoristiti u najvećoj mogućoj mjeri vodu, kako kišnicu sa krova tako i vodu koja otječe i koja je usmjerena te ju spremi u spremnike iz kojih će kasnije ona biti dostupna za korištenje u domaćinstvu. Ukoliko je takve vode na lokaciji malo moglo bi biti potrebno traženje podzemnih izvora vode iz kojih bi se voda mogla pumpati korištenjem solarne električne energije ili energije vjetra preko raznih vjetrenjača.

#### 4.1.5. Interakcija sa zrakom

Zrak igra važnu ulogu u procesima koji su bitni za život. Ugljični dioksid je potreban kako bi se odvijala fotosinteza kod biljaka. Tim procesom se oslobađa kisik i vodena para koji su zatim korišteni od strane životinja i ljudi kako bi disali i tako proizvodili ponovo ugljični dioksid. Gledajući globalno, ogromna izmjena plinova se događa između svih živih bića i biljaka. Takva se izmjena plinova, u manjoj razini, događa i u Earthshipu.

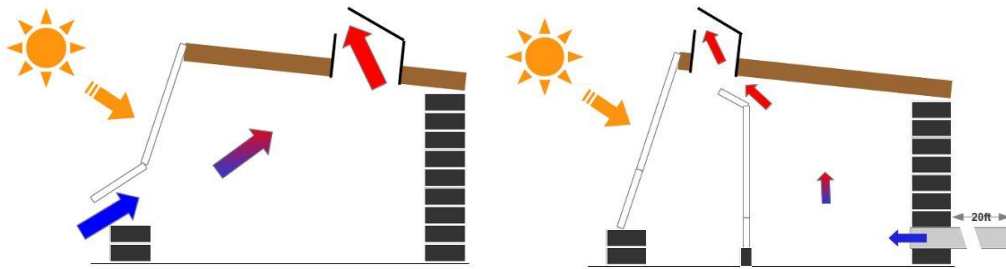


**Slika 20.** Izmjena kisika i ugljikovog dioksida između ljudi i biljaka unutar Earthshipa

**Izvor:** Reynolds, M: *Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 42.*

Vjetar nastaje neravnomjernim sunčevim zagrijavanjem velikih količina zraka. Često je vjetar predvidiv ovisno o klimatskim i geografskim uvjetima, i najčešće će puhati iz istih smjerova. Ukoliko postoji prevladavajući vjetar može se koristiti za ventilaciju i proizvodnju energije. Za ventilaciju otvor koji gleda u smjeru kretanja vjetra će koristiti da se vjetar izvuče iz građevine dok preko njega puše. Za energiju vjetar će okretati elise vjetrenjače koje će okretati generator i tako proizvoditi električnu energiju. Ukoliko se tekućina ili plin zagrije ono će se dizati, ukoliko se hladi ono će padati. Ako toplom zraku u vrhu prostorije dopustimo da izađe, hladan zrak će biti uvučen u prostor ukoliko postoji mjesto gdje može

ući. Earthship ima krovni prozor i nisko postavljene prozore u svakoj prostoriji kako bi topli zrak mogao izaći, a hladan zrak ući u prostor.



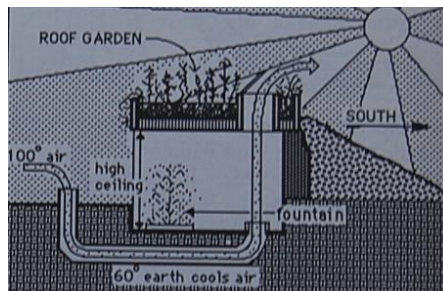
Slika 21. Primjeri cirkulacije zraka u Earthshipu

Izvor: S interneta, web stranica (<http://bhudeva.org/blog/2012/01/17/earthships-and-ventilation-in-cold-climates-problem/>)

Takav pristup omogućuje individualnu kontrolu kretanja zraka u svakoj prostoriji čak i dok Sunce zagrijava zemlju Earthshipa. Interakcijom sa raznim fenomenima Earthship pruža primamljivu i ugodnu okolinu ljudima i biljkama bez potrebe za energijom proizvedenom od strane ljudi.

#### 4.1.6. Tipovi lokacija s obzirom na uvjete

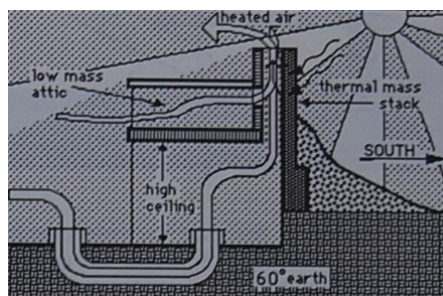
Prirodni fenomeni Sunce, Zemlja, vatra i voda i interakcija s njima su uvelike odredili dizajn Earthshipa. Većina metoda interakcije bile bi iste za bilo koje klimatske uvjete. Jedna od bitnijih odlika Earthshipa je ta da zadržava temperaturu, a ne samo toplinu. To je razlog da se može sagraditi i na mjestima gdje je toplo i na onim gdje je hladno. Osnovne modifikacije dizajna s obzirom na nekoliko ekstremnih primjera klime biti će prikazane u nastavku. Za mjesta gdje je klima topla i suha cilj bi bio umanjiti djelovanje Sunca okretanjem građevine prema sjeveru. Visoki stropovi bi se pobrinuli da topao zrak ostane iznad glava ukućana, dodatno hlađenje bi se postiglo isparavanjem vode ugradnjom fontana. Biljke pomažu u snižavanju temperature zraka no međutim vrt za proizvodnju hrane bi trebao biti smješten izvan kuće kako bi imao pristup sunčevoj svjetlosti.



**Slika 22. Primjer Earthshipa za lokacije s toplom i suhom klimom**

**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Bioteecture, 1990., str. 44.**

Kod tople i vlažne klime cilj je također usmjeravanje prema sjeveru. Najbitniji faktor u postizanju kontrole ugodnosti okoline bila bi upravo ventilacija. Krov koji bi bio manje izoliran te služio samo kao suncobran, stvarajući zaštitu od Sunca, ne bi toliko zadržavao toplinu i tijekom noći bi se prije uspio ohladiti. Pozornost je bitno obratiti i na vlažnost zemlje, lokacija na višem terenu bi trebala biti od krajnje važnosti.



**Slika 23. Primjer Earthshipa za lokacije s toplom i vlažnom klimom**

**Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Bioteecture, 1990., str. 45.**

Na mjestima gdje je klima umjeren dizajn bi dopuštao ne toliko drastične mjere po pitanju nagiba naličja građevine u odnosu na Sunce, količine zemlje potrebne za zakopavanje građevine i veličine to jest dužine i širine porostorija unutar same građevine. Earthship je dizajniran imajući na umu potrebe koje se javljaju na lokacijama gdje djeluje hladna klima. U takvim uvjetima dizajn bi ograničavao veličinu prostorija te zahtijevao što veću masu zemlje izvan samih prostorija. „Earthship se može primjeniti svugdje. Dizajniran je za ekstreme.”<sup>15</sup>

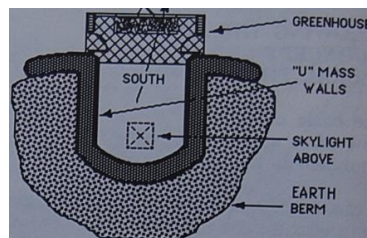
<sup>15</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Bioteecture, 1990., str. 46.

## 4.2. Dizajn „EARTHSHIP-a“

Brzi auti se dizajniraju u zračnim tunelima u kojima vjetar diktira sam dizajn. Na sličan način prirodni fenomeni diktiraju dizajn Earthshipa. Problem koji stvara želja za boljim odlikama i uvjetima za život kućanstva naspram tradicije je sagledana iz perspektive: „Živi jednostavno kako bi i drugi mogli jednostavno živjeti<sup>16</sup>“

### 4.2.1. Osnovni modul

Osnovni modul je zasebna prostorija oblika slova U, zakopana zemljom sa tri strane, sa staklom na četvrtoj strani i sa krovnim prozorom.



Slika 24. Tlocrt osnovnog modula U oblika

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 48.

Sam modul je zapravo sastavljen od dva dijela tj. Prvi U dio napravljen je od triju masovnih zidova dok je drugi dio staklenik ili stakleni zid. U dio je glavni životni prostor za ljude dok je staklenik glavni životni prostor za biljke. Sam modul može biti malen koliko god netko želi da bude malen no ne bi trebao biti veći od 5,5 metara širine i 8 metara dužine. Dužina modula predstavlja idealan omjer između praznog prostora unutar prostorije i količine zemlje koja okružuje modul te time osigurava zadovoljavajuću toplinu prostora koja bi bila narušena ukoliko bi se dimenzije povećavale.

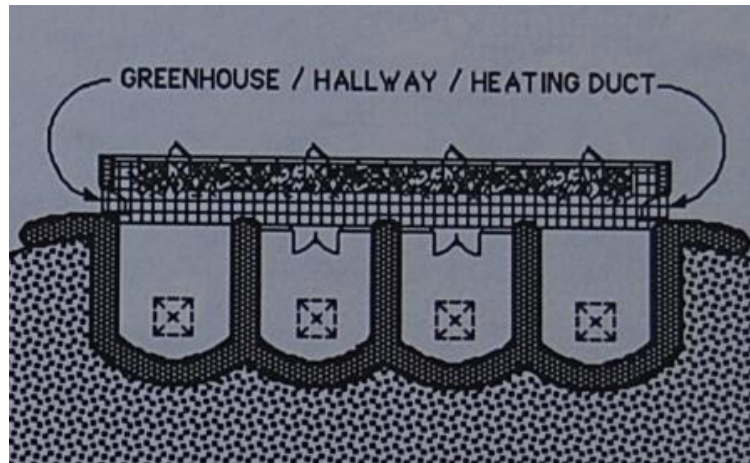
### 4.2.2. Više modula i moguće kombinacije

Sam modul ne predstavlja kuću već pojedinačnu prostoriju ili sobu. S obzirom da se tu prostoriju ne smije povećavati preostaje jedino da je pomnožimo. Kuću stoga čini grupa

<sup>16</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 47.



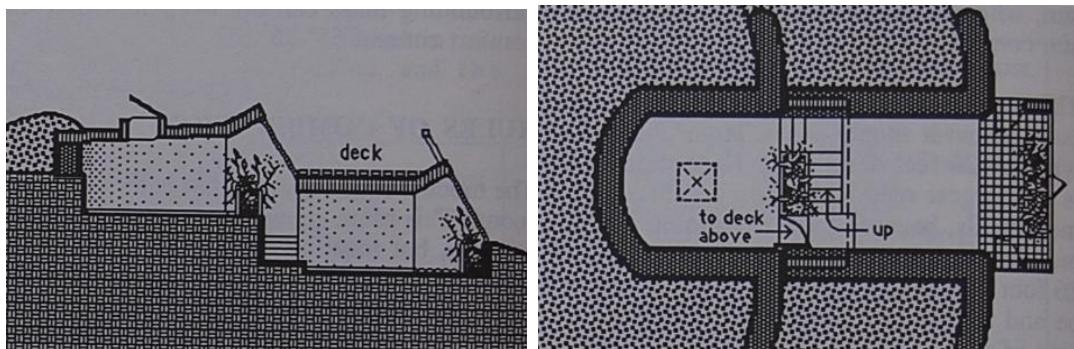
modula strateški pozicioniranih u odnosu jednih na druge i u odnosu na lokaciju. Jedan od načina pozicioniranja bio bi slaganje modula jednog do drugog sa istom orijentacijom prema Suncu i s jednim zajedničkim masovnim zidom. Staklenik u tom slučaju postaje hodnikom i načinom komunikacije između prostorija. Također služi i kao glavni izvor cirkulacije zraka i kao grijaći kanal s obzirom da je cijelom dužinom usmjeren prema Suncu.



Slika 25. Tlocrt skupine U modula zajedno povezanih

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 49.

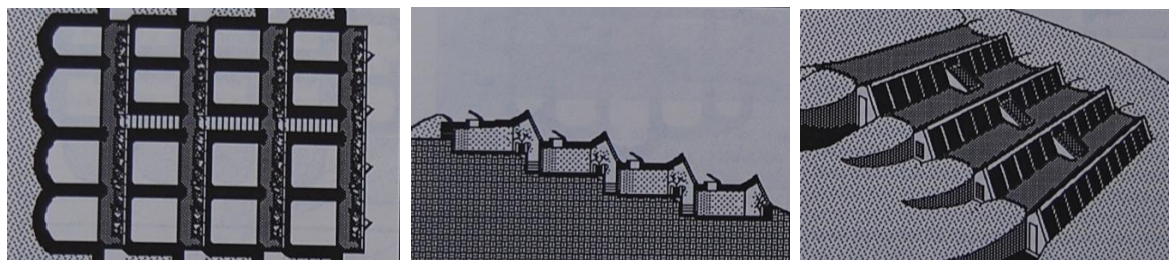
Moduli se mogu smjestiti jedan iza drugog ili jedan iznad drugog, kao stepenice na padini. Padina je nužna kako bi bilo moguće realizirati takvu konfiguraciju modula.



Slika 26. Tlocrt i bokocrt dvaju U modula smještenih jednog iza drugog

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 50.

Moguće je kombinirati veći broj modula kako jedan iza drugog tako i jedan pored drugog kako bi se dobilo puno više životnog prostora.



**Slika 27.** Prikaz iz različitih kuteva višestambene građevine po principu Earthshipa

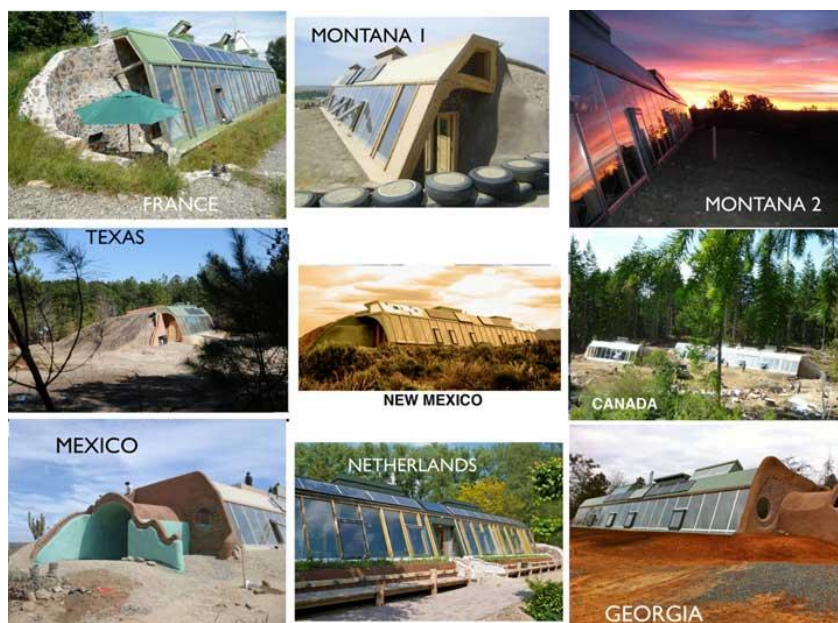
**Izvor:** Reynolds, M: *Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 51.*

Ne preporuča se postavljanje jednog modula iza drugog na ravnoj površini ukoliko je potrebno grijanje zadnje prostorije. Ta bi prostorija imala malo ili nikoliko svjetlosti, topline i slično te bi bila hladnija i mračnija i teže bi se zagrijala bez dodatnih sustava. Earthship je ekonomičan zato što može biti jako jednostavan. Kuću za jednu obitelj je moguće napraviti od 3 do 5 potpuno istih modula U koji se nalaze u ravnoj liniji. Upravo se takav dizajn preporuča zbog jednostavnosti izrade i mogućnosti lociranja istog na ravnu površinu ili na padinu. U svakoj situaciji je najčešće najjednostavniji dizajn i onaj najbolji. Osnovnom nacrtu se mogu napraviti određene izmjene, no treba imati u vidu da svaka varijacija nacрта djeluje na svojstva građevine te se stoga ne preporuča da se previše udaljavamo od osnovnog dizajna. Svaka izmjena sa sobom donosi veći gubitak vremena, materijala, energije i novaca. Earthship se može prilagoditi da izgleda više obliku kućanstva na koji se ljudski rod tijekom godina navikao, no tako se udaljavamo od osnovne zamisli i početne ideje s kojom je započeta gradnja ovakvog oblika kućanstva. Kupaonica je malena prostorija čiji smještaj ne bi trebao previše utjecati na svojstva same građevine. Ipak treba imati na umu da udaljavanjem od staklenika gubimo na samoj toplini unutar kupaonice i tako također gubimo na udobnosti dok izlazimo iz tuša mokri. Preporuča se smještaj kupaonice tik uz staklenik gdje bi ona zbog malenog prostora koji zauzima bila veoma topla i ugodna. Uobičajeno je smjestiti je na jedan od krajeva građevine ili u sredinu gdje stvaranjem sjene u prostorijama iza nje ne bi imala veliku ulogu u hlađenju samog prostora. Ulaz u kuću se najčešće smješta na istočnu ili zapadnu stranu i poželjno je da ima predsoblje kako bi se spriječio izlazak toplog zraka van prostorija. Ulaz je moguće smjestiti na bilo koju stranu građevine no ono sa sobom nosi dodatne troškove i gubitak svojstva građevine. Korištenjem zavjesa može se kontrolirati toplina unutar prostorija, to jest spriječiti gubitak topline tokom noći ili smanjiti ulazak topline tokom dana.



#### 4.2.3. Ostali primjeri dizajna

Tijekom skoro 40 godina od kada je arhitekt Michael Reynolds prvi puta krenuo sa dizajniranjem kuća koje bi omogućavale održiv način života sam dizajn je doživio ekstremne promjene. Iskustvom skupljenim tokom tih godina danas se može pohvaliti tvrtka koja je uspjela stvoriti nekoliko modela Earthshipa koji su usklađeni sa većinom zakona o gradnji u većem dijelu svijeta. Najzastupljeniji i najinteresantniji model bi bio onaj pod nazivom Global koji se može izgraditi u roku od jednog mjeseca i prilagoditi se svim klimama. Sam trošak izrade se može umanjiti do 40% ukoliko vlasnik sam obavlja većinu poslova.



**Slika 28.** Slike različitih izdanja modela Earthshipa naziva Global

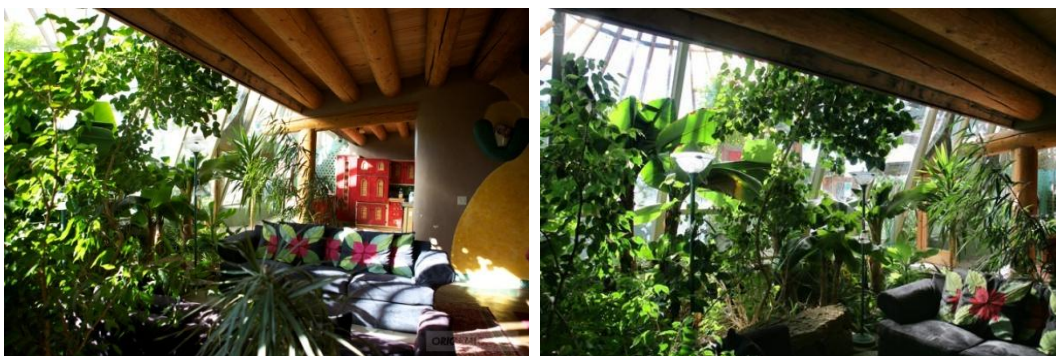
Izvor: S interneta, web stranica (<http://earthship.com/Designs/global-model>)

Još jedan model Earthshipa naziva Phoenix jedan je od ekstremnijih tipova dizajna. Osmišljen je tako da četveročlana obitelj u potpunosti može preživjeti od hrane proizvedene u samoj kući. Sadrži obilje biljaka koje daju dojam da se nalazite u šumi, ima maleno jezerce sa jestivim ribama i van same građevine kokošinjac.



**Slika 29.** Vanjski izgled modela Earthshipa naziva Phoenix

**Izvor:** S interneta, web stranica (<https://www.flickr.com/photos/earthshipkirsten/>)



**Slika 30.** Slike unutrašnjosti modela Earthshipa naziva Phoenix

**Izvor:** S interneta, web stranica (<http://www.archello.com/en/project/phoenix-earthship>)

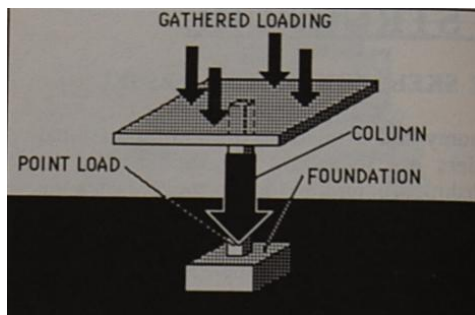
Postoji još niz tipova dizajna prilagođenih za potrebe osnovnog preživljavanja, za mjesta gdje ljudi nemaju puno novaca za ulaganje u izgradnju kuće, a i za osobe koje bi htjele nešto drugačije, nešto posebno.

### **4.3. Struktura „EARTHSHIP-a“**

Ekonomska isplativost i dostupnost materijala, pogotovo osobama koji nisu građevinske struke, važni su čimbenici koji definiraju konstrukciju Earthshipa. Struktura postojećih Earthshipa je osmišljena i prikazana na način da bude razumljiva i primjenjiva osobama koje se ne mogu smatrati profesionalnim građevinskim radnicima i graditeljima.

#### 4.3.1. Konstrukcija standardnih građevina

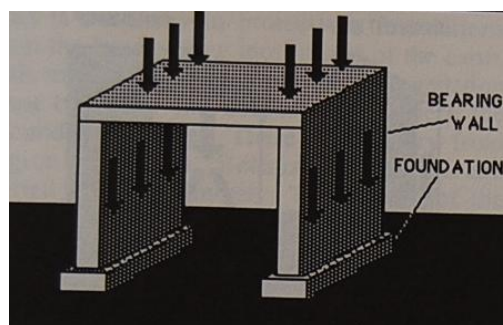
Građevine trebaju biti u mogućnosti podnositi teret koji se dijeli na teret same građevine čiji je uzrok djelovanje gravitacijske sile i teret koji predstavlja težinu snijega na krovu, težinu osoba i namještaja. Zajedno ti tereti čine ukupni teret. Konstrukcija građevine mora biti u stanju podnositi težinu krova s obzirom da se ta težina tj. ukupni teret prenosi preko same konstrukcije koja mora biti sposobna prenijeti taj teret na tlo. U pravilu je prijenos težine preko konstrukcije građevine moguće postići na dva načina. Teret jednog dijela građevine može se sakupiti u jednu točku ili stup koji tada preuzima i prenosi taj teret prema dolje do temelja. Temelj je puno širi od samog stupa radi mogućnosti širenja tereta u okolno tlo.



Slika 31. Prikaz prijenosa tereta dijela građevine preko stupa do temelja

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 64.

Drugi način prijenosa tereta građevine je preko nosivog zida te se isto kao i kod prijašnjeg primjera prenosi dolje u temelj. Razlika je u tome što je teret na pojedinom dijelu nosivog zida puno manji od onog koji mora podnijeti stup za istu veličinu dijela građevine koji se na takvu konstrukciju oslanja.



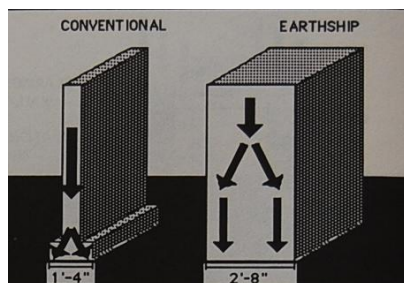
Slika 32. Prikaz prijenosa tereta dijela građevine u temelj preko nosivih zidova

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 65.

Teret na zid je ravnomjerno raspoređen te temelj samim time teret prenosi kroz veće područje u okolno tlo što rezultira manjim naprežanjem na konstrukciju i na temelj. Zemlja je za razliku od betona više „tečna“ u smislu da ima tendenciju da se pomiče iako su u pitanju jako mali pomaci. Takvo pomicanje može na beton djelovati na način da dođe do pucanja betona na mjestima gdje ona mora podnositi velike terete. Osim samog pomicanja Zemlje na konstrukciju djeluje i nastojanje materijala da se šire ili smanjuju ovisno o klimatskim uvjetima.

#### 4.3.2. Konstrukcija „EARTHSHIP-a“

Earthship je osmišljen kako bi se sjedinio sa Zemljom radije nego da joj se odupire. Konstrukcija čiji sastav većinom čini zemlja zamišljena je kako bi jako širokom raspodjelom tereta kroz zidove, dok bi sav taj teret stigao do tla, on bio znatno manji. „Earthship zapravo pluta na zemlji. To rezultira veoma opraštajućom konstrukcijom koja ima potencijala da se pomiče sa zemljom. Konvencionalne građevine stoje na zemlji. Earthship je sastavljen od zemlje. Masivni nosivi zidovi U oblika sami su sebi temelj.<sup>17</sup>“ Prostorije bi trebale biti okružene u masivne zidove kako bi bile u mogućnosti spremati toplinu. Na postojeće masivne zidove oslanjati će se krov te će tako imati funkciju nosivih zidova kao i masivnih zidova za spremanje topline. Konvencionalni nosivi zidovi za sobu mjera onih kao i za sobu Earthshipa su inače oko 20 cm široki i zahtijevaju temelj širine 40 cm kako bi bili u stanju prenositi teret na tlo iznad kojeg se nalaze. Masivni zidovi Earthshipa široki su 80 cm te su kao takvi već dovoljno široki da prenesu potreban teret, štoviše i širi su nego što to konvencionalne metode zahtijevaju i što zahtijeva sama potrebna širina za takav zid.



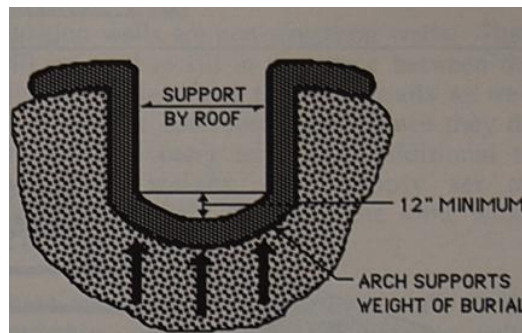
Slika 33. Prikaz raspoređivanja tereta preko zidova u konvencionalnoj gradnji i u Earthshipu

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 66.

<sup>17</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotecture, 1990., str. 66.



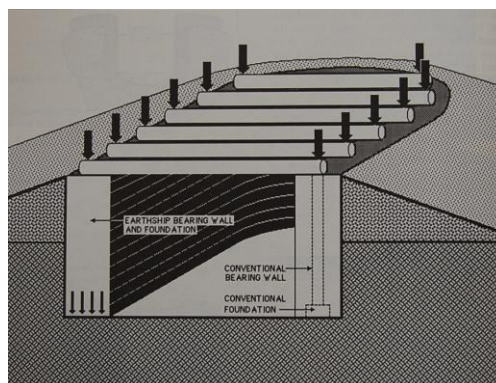
Konstrukciju Earthshipa čini temelj, nosivi zidovi i masivni zidovi za skladištenje topline i to sve u jednom obliku. Taj je oblik sastavljen najviše od same zemlje sadržane u gumi što rezultira masivnom, izdržljivom konstrukcijom koja je sposobna nositi se sa potresima. Krhke konvencionalne konstrukcije su osjetljive na potrese i na zamrzavanje te stoga njihovi temelji trebaju biti ispod razine zamrzavanja tla s obzirom da nisu u većini slučajeva pokrivene zemljom. Earthship se nalazi u većem dijelu pod zemljom, najčešće puno dublje od granice smrzavanja, te se ne susreće sa problemima takvog tipa. Iako sjeverni zid ili pozadina modula ne služi direktno kako bi nosio teret krova, njegova je uloga zadržavanje težine materijala kojom će se zakopati modul. Sposobnost tog zida da zadrži zemlju će biti veća ukoliko zid bude imao oblik luka koji bi trebao biti najmanje polumjera 30 cm do najviše veličine polukruga.



Slika 34. Prikaz tlocrta U modula i zakrivljenosi sjevernog zida

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 67.

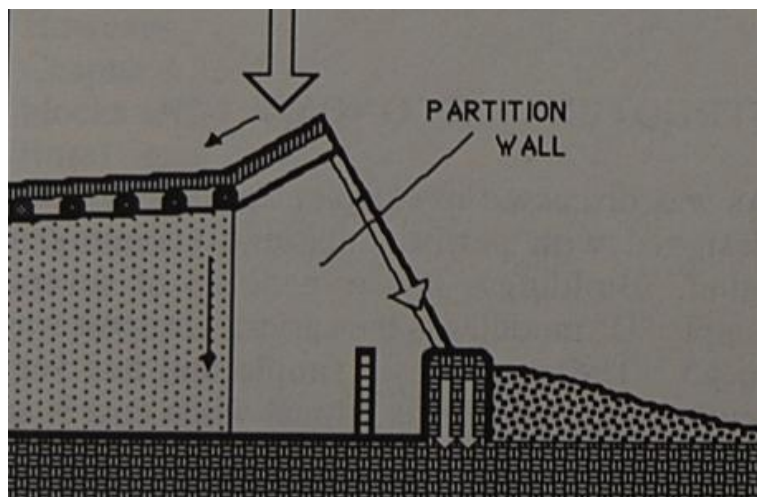
Konstrukcija krova se sastoji od drvenih greda ili trupaca koji se postavljaju u smjeru istok-zapad, kako bi se teret prenosio na nosive zidove.



Slika 35. Prikaz postavljenih greda nosive konstrukcije krova Earthshipa

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 68.

Druga bitna komponenta konstrukcije je staklenik koji je relativno lagan u odnosu na prvi dio građevine te koji se na prvu najjužniju gredu samo naslanja dok većinu tereta prenosi na masivan zid ispod staklenika. Težina samog staklenika je neznatna u odnosu na širinu zida koji ju podržava te koji je jednak zidovima modula U.



Slika 36. Prikaz sila koje se javljaju i raspodjele istih kod izrade ostakljenog južnog dijela Earthshipa

Izvor: Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str. 69.

Pregradni zidovi koji nisu dio konstrukcije koriste se za popunjavanje prostora između staklenika i masivnih zidova isto kao i za zidove kupaonice i slično. S obzirom da pregradni zidovi ne nose nikakav teret osim onog svog potrebno je izraditi temelj koji ne treba biti puno širi od samog zida. Pregradne zidove dijelimo na: unutarnje koji su 15 cm široki i zahtijevaju temelj 20 cm širok i 20 cm dubok sa željeznom šipkom debljine 12 mm kao pojačanjem, i vanjske pregradne zidove koji su 35 cm široki i zahtijevaju temelj 40 cm širok i 40 cm dubok sa dvije željezne šipke kao pojačanje. Earthship je osmišljen imajući na umu troškove izgradnje i performanse same građevine. Izrada kuće od nekoliko jednostavnih U modula je najlakši i najjednostavniji način, konstrukcija je jednostavna i ima jako malo mogućih izmjena što je iznimno važno kad je u pitanju cijena gradnje. Dodatne izmjene izgleda i konstrukcije Earthshipa u novijim modelima poput Globala podrazumijevaju izgradnju nosivih stupova od betona i greda sa pripadajućim temeljima te mijenjanje smjera postavljanja greda na krov koji se kreću u smjeru sjever-jug. Takav model posjeduje svojstva i performanse osnovnog modela no dobiva na komociji dodatnim hodnikom i više izgleda poput konvencionalnog kućanstva ukoliko gledamo unutarnji prostor. Naravno da uz dodatnu udobnost dolaze i veći troškovi potrebnog materijala i troškovi rada stručnih osoba s obzirom da takve izmjene zahtijevaju

znanje koje ne posjeduje svaka osoba i takav posao nije lako naučiti u kratko vrijeme kako je zamišljeno prvotnom idejom gradnje Earthshipa.

#### **4.4. Materijali „EARTHSHIP-a“**

Materijali korišteni u izradi Earthshipa izabrani su dugim promišljanjem i napretkom dizajna građevine, sagledavajući ekološke probleme današnjice i probleme oko stvaranja otpada tijekom procesa gradnje te imajući na umu potrebu za čvrstim materijalom, lako dostupnim, ekonomski isplativim i takvim da se njime može jednostavno rukovati bez potrebnog prevelikog znanja ili iskustva. Iz tih su razloga kao glavni građevinski materijal odabrani automobilske gume punjene nabijenom zemljom koje služe kao nosivi masivni zidovi i aluminijske limenke kao zamjena za cigle za pregradne zidove.

##### 4.4.1. Karakteristike materijala

Građevinski materijal treba imati određene karakteristike koje su kao takve unaprijed definirane. Ovisno o odabranom materijalu moguće je pridonositi rješavanju ekoloških problema i pomagati putovanju ljudskog roda u sigurniju budućnost ili je moguće nastaviti narušavati okoliš planeta. Treba se pokušati odmaknuti od ustaljenih ideja i koncepata konvencionalne gradnje i konvencionalnih građevinskih materijala koji su zapravo i doveli do dileme između očuvanja prirode i okoliša korištenjem recikliranog materijala i otpada i uništavanje te iste prirode korištenjem materijala proizvedenog u tvornicama koje zagađuju zrak i vodu i troše prirodne resurse i velike količine energije. Idealno bi bilo kada bi potreban materijal bio dostupan u većem dijelu planeta kako ne bi bilo potrebe za prijevozom istog što bi iziskivalo dodatnu utrošenu energiju. Kako bi Earthship bio dostupan običnom čovjeku i kako bi imao malen ili nikakav utjecaj na ekološke i energetske probleme potrebno je pronaći građevni element ili materijal kojeg je moguće dobiti bilo gdje na planetu gdje bi to moglo biti potrebno. Glavni građevni materijal treba zahtijevati malo ili ništa uložene energije kako bi ga se moglo primjeniti u izgradnji. Na takav način omogućeno je „običnoj“ osobi pristup tom materijalu i u isto vrijeme pri masovnoj gradnji takvih građevina zadržao bi se mali ili nikakav utjecaj na planet. S obzirom da je ljudska populacija toliko velika i da se još povećava, ukoliko postoji namjera da ljudski rod preživi bez da potroši sve resurse planeta, sve što se koristi treba biti odabrano imajući na umu pri tom utjecaj na okoliš. Potrebni su

materijali i metode koje ne ovise o proizvedenoj energiji i koji imaju potencijala pridonijeti dobrobiti planeta. Materijali koji okružuju prostorije Earthshipa trebaju biti gusti i masivni kako bi spremali toplinu potrebnu za pružanje okoline koja bi bila pogodna za stanovanje za ljude i biljke. Kod biranja takvog materijala potrebno je obratiti pozornost na njegovu masu i gustoću. Gust i težak materijal će djelovati bolje kao baterija za spremanje topline od materijala koji je lagan i porozan. Važna je i trajnost materijala, no ne trajnost na način da kao npr. drvo koje je korišteno stoljećima iz razloga što je organsko, razgrađivo i što s vremenom nestaje raznim kemijskim i otrovnim proizvodima premazujemo kako bi ga zaštitili i produžili mu vijek trajanja. Drvo je dobar materijal koji treba koristiti na adekvatnim mjestima gdje je zaštićeno od vlage. Umjesto da premažemo preko nečega kao što je drvo „veći vijek trajanja“ potrebno je pronaći materijal koji po prirodi posjeduje takva svojstva. Potresi se javljaju na puno mjesta širom planeta, zapravo postoji neposredna opasnost od potresa svugdje na Zemlji. Uzimajući to u obzir potrebno je pronaći materijal koji bi se mogao horizontalno kretati ovisno o kretanju tla tijekom potresa. Krhki materijali poput betona u takvim situacijama lome se i pucaju. Idealan materijal bi imao gumena svojstva, nešto poput želea. Još jedna od odlika koje bi trebao posjedovati materijal jest lakoća učenja korištenja istog. Vještine za montiranje i rukovanje takvim građevnim materijalom trebale bi se moći naučiti u roku od nekoliko sati, a ne godinama koliko treba za konvencionalne metode gradnje. Te vještine trebaju biti dovoljno lagane tako da nije potreban posebni talent kako bi se one usvojile. Sve navedene karakteristike opisuju idealan građevinski materijal. Mnogi postojeći konvencionalni materijali posjeduju samo jednu ili nekoliko poželjnih karakteristika, no niti jedan ne posjeduje sve.

#### 4.4.2. Primarni materijali

Tijekom 20 godina istraživanja i traženja idealnog građevinskog materijala koji odgovara svim postavljenim uvjetima pronađena je odbačena automobilska guma punjena sabijenom zemljom. Automobilska guma je zastupljena u skoro svim dijelovima svijeta. Svaki je grad prirodni dobavljač tog predmeta. Za prikupljanje tog materijala nije potrebno posjedovati poseban alat niti ulagati veliku količinu energije. Guma se koristi takva kakva je bez potrebe za preinakama. Proces sabijanja zemlje unutar gume se ostvaruje samo ljudskim radom i trudom i može se koristiti bilo koji oblik zemlje dostupan unutar samog gradilišta. Obična osoba može naučiti skupiti potrebne gume i sabijati u njih zemlju sa jednostavnim



ručnim alatom i koristeći vlastitu snagu i energiju. Korištenje gume kao građevinskog materijala u velikim razmjerima bi dovelo do opadanja broja i količina guma na otpadima guma koji su ozbiljan problem diljem svijeta. Malo je materijala koji bi mogli oponašati gustoću i mogućnost spremanja topline kao što je to slučaj kod masivnih, širokih zidova od guma punjenih zemljom. Trajnost takvog materijala je gotovo vječna. Jedine stvari koje mogu uništiti svojstva gume i nju samu jesu vatra i sunčeva svjetlost. S obzirom da su gume zakopane u zemlji i da se u njima nalazi zemlja, sunčeva svjetlost do njih ne dolazi, a vatra bi u tom slučaju jako teško gorila ili se uopće zapalila. Činjenica da su automobilske gume i njihova trajnost toliko problem čovječanstva čini ih idealnim dugotrajnim građevinskim materijalom za Earthship. Zid sagrađen od automobilskih guma punjenih sabijenom zemljom iznimno je jak i nije ni malo krhak. U stanju je kretati se horizontalno ili vibrirati bez straha od pucanja ili popuštanja. U vremenu od dva do tri sata prosječna osoba je u stanju naučiti nabijati zemlju u gume i uostalom postati i stručnjakom. Zahtijeva više energije nego sirove snage. Tim od dvoje ljudi, od kojih jedan puni gumu zemljom dok je drugi sabija je u stanju napraviti četiri gume u sat vremena. Jedini veći dio potrebnog alata ili opreme bili bi bager, mješalica i motorna pila koji su uostalom potrebni na svakom gradilištu.



**Slika 37.** Tim sastavljen od dvoje ljudi od kojih jedan puni gume zemljom dok drugi istu zemlju nabija u gume

**Izvor:** S interneta, web stranica (<http://www.growingheartfarm.com/earthship-tire-building/>)



**Slika 38.** Izgled dijela nosivog zida načinjenog od odbačenih automobilskih guma punjenih sabijenom zemljom

**Izvor:** S interneta, web stranica (<http://middleearthhome.com/green-and-natural-building-construction/earthshiptire-dwelling/how-pound-tire-for-earthship-home/>)

#### 4.4.3. Sekundarni materijali

Iste značajke kao i kod primarnih materijala trebali bi imati i sekundarni kao što su pregradni zidovi, stropovi, podovi, staklenik i ostalo. Najznačajniji od sekundarnih materijala je onaj koji se koristi za sve pregradne zidove i zidove kupaonice. Materijal koji je pokazao da zadovoljava sve zadane uvjete, osim onog o spremanju u sebe topline koji u slučaju pregradnih zidova nije niti potreban, je malena aluminijska cigla koju u izobilju možemo pronaći u okolini na većini mjesta na planeti pogotovo onih koji su gusto nastanjeni. Ta je aluminijska cigla zapravo aluminijska limenka za skladištenje pića. Jednostavna je za koristiti i ne iziskuje puno energije za pronaći i sakupiti je. Poznato je i da su cijele građevine zidane upravo takvom vrstom materijala.



**Slika 39.** Zidanje zidova korištenjem odbačenih aluminijskih limenki

**Izvor:** S interneta, web stranica (<http://www.greeniacs.com/GreeniacsGuides/Home/Tire-Home.html>)

U izgradnji stropa koriste se najčešće drvene grede ili trupci i kao pokrov obične drvene daske, no poznato je da se mogu koristiti i drugi materijali koji su dostupni kao npr. betonske grede ili bilo koji materijal koji je u stanju podnijeti konstrukcijske zahtjeve.



**Slika 40.** Postavljanje drvene oplata na krov Earthshipa

**Izvor:** S interneta, web stranica (<http://middleearthhome.com/green-and-natural-building-construction/earthshiptire-dwelling/earthship-build-with-michael-reynolds/island-earthship-build-week-day-10-roof-insulation-greenhouse-hallway-framework/>)

Kao vanjski pokrov su korišteni razni tipovi materijala kao što je materijal za vodonepropusnu barijeru, izolacija od slame, vune ili nekakvog umjetnog materijala te limeni pokrov kao završni.



**Slika 41.** Postavljeni završni limeni pokrov na krov Earthshipa

**Izvor:** S interneta, web stranica ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earthship\\_roof.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earthship_roof.JPG))

Podovi se izrađuju od bilo kojeg lokalno dostupnog materijala kao što je beton, kamen, kombinacija slame i zemlje, cigla ili drvo. Treba nastojati koristiti materijale koji će ostaviti najmanji mogući otisak u prirodi i koji su lokalno dostupni i čije prikupljanje ne iziskuje puno energije. Ostakljena južna strana građevine se sastoji od duplih stakla radi dobre izolacije koja su najčešće standardnih dimenzija. Ukoliko bi se Earthship u budućnosti gradio u velikim razmjerima krajnji učinak na okoliš bi se znatno osjetio. Smanjilo bi se korištenje energije

kako za proizvodnju tako i za prijevoz materijala potrebnih za gradnju konvencionalnih domova i smanjio bi se broj odbačenih guma na odlagalištima otpada. Stiglo je vrijeme kada se nameće potreba promjene načina razmišljanja i življenja te prestanka korištenja Zemljinih resursa na način na koji su se do sada koristili. „Nusproizvodi naše zajednice trebaju osigurati materijale za kućanstva naših budućih generacija.“<sup>18</sup>

#### **4.5. Sistemi „EARTHSHIP-a“**

Osobama ili obitelji koja živi u jednom kućanstvu potrebno je bez pogovora ugodna temperatura okoline, svjetlo, topla voda, hrana, zbrinjavanje otpadnih voda i slično. Pitanje koje se javlja kod spomena ekonomije, financija i zaštite okoliša jest koliko je osoba spremna žrtvovati komociju i dosadašnji način života kako bi te stavke manje utjecale na sam život ljudi i planeta. Moderan način života je doveo običnog čovjeka do situacije gdje nema vremena niti mogućnosti odlučivati o nekim stavkama vlastitog života već postaje robom navika, sustava, obaveza i drugog. Earthship svojim sistemima i prihvaćanjem Zemlje i njenih fenomena pruža priliku da se donekle oslobodimo „ropstva“ koje nam nameće suvremeni načina života. „Običnom“ čovjeku je teško ili nemoguće zamisliti život bez obaveze za plaćanjem računa za razne troškove koji proizlaze iz današnjeg načina života i tipa kućanstva. Earthship nudi mogućnost življenja bez takvih obaveza.

##### **4.5.1. Solarni električni sistem**

Fotonaponski električni sustav je osmišljen prema potrebama ukućana koje bi trebale, uzimajući u obzir koncept Earthshipa, biti svedene na minimum kada je u pitanju potrošnja električne energije. Potrošnju električne energije moguće je uvelike smanjiti koristeći svojstva same kuće u zamjenu za sustave koji su inače u konvencionalnim građevinama veliki potrošači. Mnogi sistemi grijanja i hlađenja su pokretani električnom energijom, čak i oni pokretani plinom koriste električnu energiju kako bi radile razne pumpe, ventili i slično. Takva potrošnja bi znatno opteretila fotonaponski električni sustav. Grijanje i hlađenje su sastavni dijelovi Earthshipa i njegovog dizajna te samim time omogućavaju potpuno oslobađanje potrebe za sistemom grijanja ili hlađenja i električne energije potrebne za pokretanje takvog sustava. Uštede postizemo i smanjenom potrebom za korištenjem umjetne

---

<sup>18</sup> Reynolds, M., Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Biotechnology, 1990., str.80.

rasvjete time što Earthship svojim dizajnom omogućava svjetlosti da dospije u sve prostorije dok god ih obasijava sunčeva svjetlost. Korištenjem hladnjaka sa velikim stupnjem izolacije štedimo velike količine energije. Potrebu za toplom vodom moguće je osigurati solarnim panelima za grijanje vode i dobro izoliranim spremnicima za toplu vodu čime također štedimo fotonaponski električni sustav. Uzimajući u obzir napredak tehnologije u današnje doba dostupnost solarnih sustava sve se više približava „običnoj“ osobi te se može očekivati samo daljnji napredak tehnologije i tako mogućnost korištenja većih količina električne energije što bi rezultiralo povećanjem komocije samih ukućana. Financije su po pitanju solarnog sustava jedini uvjet koji ograničava mogućnost korištenja električno pokretanih uređaja.



Slika 42. Smještaj i izgled fotonaponskih ćelija za proizvodnju električne energije na Earthshipu

Izvor: S interneta, web stranica (<http://middleearthhome.com/green-and-natural-building-construction/earthshiptire-dwelling/earthship-build-with-michael-reynolds/island-earthship-build-week-day15-roof-work-solar-panels/>)

#### 4.5.2. Sistem vode korištene u domaćinstvu

U današnje vrijeme poželjno bi bilo imati i biti u mogućnosti kontrolirati vlastitu zalihu vode s obzirom na upitnu kvalitetu vode koju pružaju lokalni dobavljački kanali i na potrebnu utrošenu energiju za pokretanje jednog takvog sustava. Potrebno je imati vlastiti sustav za upravljanje vodom i to sustav koji bi trošio minimalno ili ništa energije i pružao vodu željene kvalitete. Voda je jedan od presudnih čimbenika koji je pomogao u stvaranju života na Zemlji. U prirodi se ona diže, pada, teče i putuje Zemljom u raznim oblicima kao što su vodena para, kiša, rijeka, jezero ili slično. Cilj Earthshipa je da tu vodu sakupi, pročisti i ponovo upotrijebi.





**Slika 43.** Bočni prikaz Earthshipa i sustava koje posjeduje

**Izvor:** S interneta, web stranica (<http://oneterrainc.com/systems/>)

Ljudi danas troše enormne količine vode i tako stvaraju nepovratnu štetu prirodi planeta. Svjedočimo nestašicama vode i presušivanjem izvora i jezera diljem svijeta i sve to radi nesmotrenog upravljanja vodenim zalihama. Koncept Earthshipa tjera ukućane da promisle o načinu korištenja i prikupljanja dostupne vode i prilagode se promjenama koje Zemlji osiguravaju bolju budućnost. Smisao Earthshipa je da prikupi svu moguću, dostupnu i potrebnu vodu te ju pohrani u velike spremnike gdje će biti dostupna za eventualno kasnije korištenje. Voda koju Earthship skuplja je najčešće kišnica, no u nekim dijelovima svijeta moguće je i otopljeni led sa krovova skupiti i pohraniti kao vodu. Voda sa krova do spremnika prolazi kroz razna sita kako bi se uklonile veće nečistoće. Iz spremnika se voda silom gravitacije spušta do modula za pročišćavanje vode. Pumpa tada čistu vodu prenosi do mjesta potrošnje, tj. u kuhinju i kupaonicu.



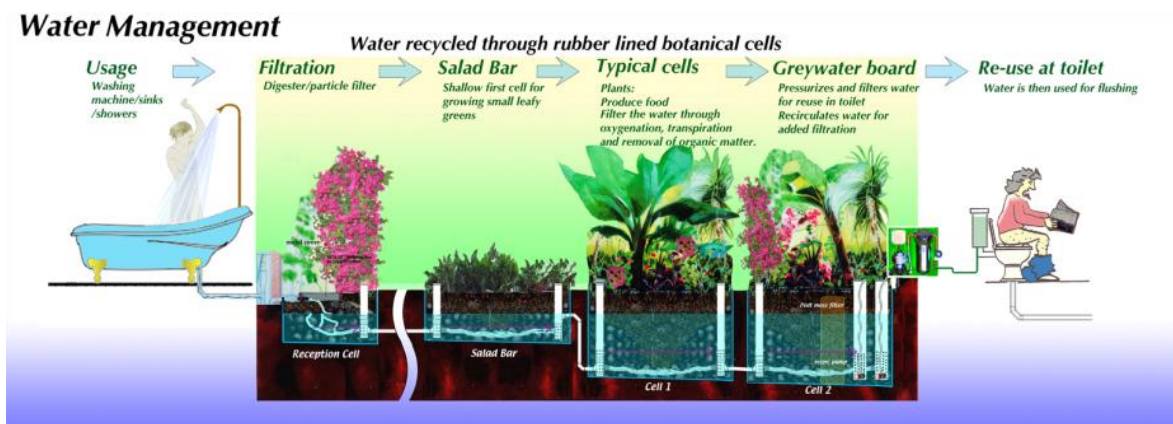
**Slika 44.** Sustav tj. modul za filtraciju i organizaciju vode

**Izvor:** S interneta, web stranica (<https://www.pinterest.com/pin/150729918751080226/>)



#### 4.5.3. Sistem otpadnih voda,

Imajući na umu činjenicu da je voda sve dragocjenija, radi nesmotrene potrošnje, zagađivanja i samog broja ljudi na planeti potrebno je dobro promisliti kako postupati sa otpadnim vodama. Otpadne vode u Earthshipu dijele se na: sivu otpadnu vodu i crnu otpadnu vodu. Siva otpadna voda je ona koja se formira u kuhinji i sva voda koja proistječe iz kupaonice izuzev sanitarne (fekalne) otpadne vode koja predstavlja crnu otpadnu vodu. Siva voda prvotno prolazi kroz filtraciju krupnih čestica, zatim odlazi u staklenik na mjesto gdje rastu biljke. Na potonjem mjestu zalijeva biljke i prolazi kroz daljnju filtraciju te na kraju cijelokupnog postupka postaje prikladna kao voda koja se koristi u sanitarnom čvoru.



Slika 45. Prikaz pročišćavanja vode korištene u kućanstvu i ponovna upotreba iste u sanitarnom čvoru

Izvor: S interneta, web stranica (<http://terraeden.org/thelivinghome/>)

Crna voda otiče u septičku jamu koja se nalazi izvan građevine. Kruti dio se taloži u jami dok se tekući dio otpadne crne vode izlijeva u korito osmišljeno s ciljem uzgoja dekorativnog nejestivog bilja koje tu vodu filtrira. „Počinje biti vidljivo na ovom planetu da sve što se baca ima nekakvu vrijednost.“<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Reynolds, M., Earthship: Systems and Components vol. 2, Earthship Biotechnology, 1991., str. 57.

## 5. PREDNOSTI I NEDOSTACI GRADNJE „EARTHSHIP-a“ U ODNOSU NA STANDARDNU GRADNJU

Kako bi što jasnije bile predočene prednosti i nedostaci gradnje earthshipa u odnosu na standardnu gradnju, odabrana je „swot analiza“<sup>20</sup> koja vrlo precizno i transparentno prikazuje navedeno.

Tablica 1. Prikaz SWOT analize gradnje Earthshipa

Snage	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korištenje obnovljivih izvora energije</li> <li>• Interakcija s prirodnim fenomenima</li> <li>• Korištenje određenih vrsta otpada u smislu građevinskog materijala</li> <li>• Proizvodnja vlastite hrane</li> <li>• Proizvodnja vlastite energije</li> <li>• Recikliranje otpadnih voda unutar vlastitog zemljišta</li> <li>• Neovisnost od velikih centraliziranih sustava za proizvodnju energije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gubitak na udobnosti/komociji</li> <li>• Promjena navika i načina života</li> <li>• Izoliranost pozicije Earthshipa</li> <li>• Mogućnost interferiranja pozitivnog zakonodavstva sa stjecanjem uvjeta za ishođenje potrebnih dozvola</li> <li>• Ovisnost o proizvedenoj energiji i zalihama vode u valstitom aranžmanu</li> </ul>
Prilike	Prijetnje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oslobađanje obaveza plaćanja režijskih troškova</li> <li>• Život u harmoniji sa prirodom i prirodnim procesima na Zemlji</li> <li>• Dostupnost i cijena potrebnog građevinskog materijala</li> <li>• Jednostavno usvajanje potrebnih vještina za izgradnju takvog zdanja</li> <li>• Smanjenje ukupnih količina otpada na Zemlji</li> <li>• Smanjenje negativnog utjecaja ljudskog otiska na okoliš</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemogućnost utjecanja na vremenske (ne)prilike</li> <li>• Nemogućnost drastičnog mijenjanja unutarnjeg i vanjskog izgleda građevine</li> <li>• Usklađivanje dizajna sa propisanim uvjetima gradnje</li> <li>• Neprimamljivost koncepta zbog suvremenog načina života</li> </ul>

Izvor: Student

Sagledavanjem podataka dobivenih SWOT analizom vidljivo je da su snage i prilike izraženije od slabosti i prijetnji, te ukoliko je pojedinac spreman promijeniti način života sa kakvim je do sada bio upoznat, prednosti Earthshipa višestruko prelaze same nedostatke naspram konvencionalne stambene gradnje.

<sup>20</sup> SWOT analiza je jedna od instrumenata kojima se manager može poslužiti u kreiranju strategije. Ovo je kvalitativna analitička metoda koja kroz 4 čimbenika nastoji prikazati snage, slabosti, prilike i prijetnje određene pojave ili situacije. Međutim, treba uzeti u obzir da se radi o subjektivnoj metodi. S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/SWOT\\_analiza](https://hr.wikipedia.org/wiki/SWOT_analiza))

## 6. ZAKLJUČAK

Usljed razvoja industrije, povećane potrebe za energijom, utjecaja na globalno zagrijavanje i klimatskih promjena dolazi do porasta globalnog onečišćenja planete Zemlje. Zrak koji dišemo, voda koju pijemo, tlo na kojem uzgajamo hranu osjetljiv su dio globalnog ekosustava, a on je pod povećanim pritiskom ljudskih aktivnosti.

Postojeća kućanstva su nefunkcionalna bez potrebnih sustava od kojih u jednu ruku dobivamo energiju dok u drugu isti ti sustavi truju rijeke, oceane, zemlju, uništavaju floru i faunu i proizvode radioaktivni otpad. Koncept stambene izgradnje zvan Eartship usmjeren je prema zaštiti prirodnih resursa našeg planeta i ima za cilj skrenuti pozornost na opasnost koja prijete životu na Zemlji zbog porasta globalnog onečišćenja. Moderan način života je doveo običnog čovjeka do situacije u kojoj nema vremena niti mogućnosti odlučivati o nekim stavkama vlastitog života već postaje robom navika, sustava, obaveza i drugog. Earthship svojim sistemima i prihvaćanjem Zemlje i njenih fenomena pruža priliku da se donekle oslobodimo „ropstva“ koje nam nameće suvremeni način života ...

Potreba za prelaskom na drugačije sustave postaje neizbježna kako bi pokušali smanjiti pogoršanje stanja eko sustava planete Zemlje ili, ako je za to već kasno, kako bi u budućnosti imali samoodrživa kućanstva koja će nas uzdržavati u direktnoj interakciji sa prirodnim fenomenima. Čovjekovo trošenje Zemljinih izvora neodrživo je.

Od iznimne je važnosti brinuti o zaštiti okoliša, reciklirati i zbrinjavati otpad na odgovarajući način. Zelenija budućnost ovisi samo o nama, odluke koje donosimo danas odrazit će se na naš život sutra, a nemojmo zaboraviti da su prirodna bogatstva naš najvrijedniji resurs koji smo obavezni čuvati i za buduće naraštaje.

## 7. POPIS SLIKA, TABLICA I DIJAGRAMA

### Popis slika

Slika 1. Primjer stvaranja umjetnog kopna u obliku palme blizu grada Dubai-a.....	4
Slika 2. Učinak potresa na stambene zgrade .....	4
Slika 3. Prikaz bočnog presjeka Earthshipa i interakcije sa prirodnim fenomenima.....	5
Slika 4. Udjeli pojedinih zemalja u procesu zagađenja vode organskim otpadom .....	8
Slika 5. Požar odbačenih autmobilskih guma na otpadu.....	9
Slika 6. Isjeckane odbačene automobilske gume .....	10
Slika 7. Prikaz utjecaja konvencionalnog načina života na okoliš.....	11
Slika 8. Zaokružen proces izgradnje Earthshipa .....	12
Slika 9. Primjer konvencionalnog kućanstva .....	14
Slika 10. Odnos položaja Zemlje ovisno o Suncu tijekom godišnjih doba.....	14
Slika 11. Ljetni suncostaj ili solsticij .....	15
Slika 12. Zimski suncostaj ili solsticij.....	15
Slika 13. Ravnodnevnicu ili ekvinociju.....	16
Slika 14. Bočni prikaz Earthshipa i ulaska ljetnog i zimskog Sunca u unutrašnjost prostora .	16
Slika 15. Prikaz okruženosti građevine zemljom .....	18
Slika 16. Povezanost Earthshipa sa Zemljom .....	18
Slika 17 Prikaz interakcije Earthshipa sa unutarnjom toplinom Zemlje i toplinom dobivenom od Sunca.....	19
Slika 18. Lokacija Earthshipa na uzvisini .....	20
Slika 19. Kontroliranje otjecanja vode u neposrednoj blizini Earthshipa .....	20
Slika 20. Izmjena kisika i ugljikovog dioksida između ljudi i biljaka nutar Earthshipa .....	21
Slika 21. Primjeri cirkulacije zraka u Earthshipu.....	22
Slika 22. Primjer Earthshipa za lokacije s toplom i suhom klimom .....	23
Slika 23. Primjer Earthshipa za lokacije s toplom i vlažnom klimom .....	23
Slika 24. Tlocrt osnovnog modula U oblika .....	24
Slika 25. Tlocrt skupine U modula zajedno povezanih.....	25
Slika 26. Tlocrt i bokocrt dvaju U modula smještenih jednog iza drugog.....	25
Slika 27. Prikaz iz različitih kuteva višestambene građevine po principu Earthshipa .....	26
Slika 28. Slike različitih izdanja modela Earthshipa naziva Global .....	27
Slika 29. Vanjski izgled modela Earthshipa naziva Phoenix .....	28
Slika 30. Slike unutrašnjosti modela Earthshipa naziva Phoenix .....	28
Slika 31. Prikaz prijenosa tereta dijela građevine preko stupa do temelja.....	29
Slika 32. Prikaz prijenosa tereta dijela građevine u temelj preko nosivih zidova.....	29
Slika 33. Prikaz raspoređivanja tereta preko zidova u konvencionalnoj gradnji i u Earthshipu .....	30
Slika 34. Prikaz tlocrta U modula i zakrivljenosti sjevernog zida .....	31
Slika 35. Prikaz postavljenih greda nosive konstrukcije krova Earthshipa.....	31
Slika 36. Prikaz sila koje se javljaju i raspodjele istih kod izrade ostakljenog južnog dijela Earthshipa.....	32

Slika 37. Tim sastavljen od dvoje ljudi od kojih jedan puni gume zemljom dok drugi istu zemlju nabija u gume .....	35
Slika 38. Izgled dijela nosivog zida načinjenog od odbačenih automobilskih guma punjenih sabijenom zemljom .....	36
Slika 39. Zidanje zidova korištenjem odbačenih aluminijskih limenki .....	36
Slika 40. Postavljanje drvene oplata na krov Earthshipa .....	37
Slika 41. Postavljeni završni limeni pokrov na krov Earthshipa.....	37
Slika 42. Smještaj i izgled fotonaponskih ćelija za proizvodnju električne energije na Earthshipu.....	39
Slika 43. Bočni prikaz Earthshipa i sustava koje posjeduje .....	40
Slika 44. Sustav tj. modul za filtraciju i organizaciju vode.....	40
Slika 45. Prikaz pročišćavanja vode korištene u kućanstvu i ponovna upotreba iste u sanitarnom čvoru .....	41

### **Popis tablica**

Tablica 1. Prikaz SWOT analize gradnje Earthshipa .....	42
---	----

## 8. POPIS LITERATURE

1. Zakon o gradnji, s interneta, <http://www.zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji>, 1. Lipnja 2015.
2. Reynolds, M: Earthship: How to build your own vol. 1, Earthship Bioteecture, 1990.
3. Zakon o zaštiti okoliša, s interneta, web stranica (<http://www.zakon.hr/z/194/Zakon-o-zaštiti-okoliša>), 4. Lipnja 2015.
4. S interneta, web stranica ([https://en.wikipedia.org/wiki/Tire\\_recycling](https://en.wikipedia.org/wiki/Tire_recycling)), 5. lipnja 2015.
5. S interneta, web stranica ([https://en.wikipedia.org/wiki/Tire\\_fire](https://en.wikipedia.org/wiki/Tire_fire)), 5. lipnja 2015.
6. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Piroliza>), 5. lipnja 2015.
7. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Azimut>), 7. lipnja 2015.
8. S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/Prijenos\\_topline](https://hr.wikipedia.org/wiki/Prijenos_topline)), 7. lipnja 2015.
9. S interneta, web stranica (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaici>), 15. lipnja 2015.
10. S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/Geotermalna\\_energija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Geotermalna_energija)), 16. Lipnja 2015.
11. Reynolds, M: Earthship: Systems and Components vol. 2, Earthship Bioteecture, 1991.
12. S interneta, web stranica ([https://hr.wikipedia.org/wiki/SWOT\\_analiza](https://hr.wikipedia.org/wiki/SWOT_analiza)), 1. srpnja 2015.