

# Energetska učinkovitost i održiva gradnja

---

**Žakula, Boris**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:933611>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet ekonomije i turizama

„Dr. Mijo Mirković“

# **ENERGETSKA UČINKOVITOST I ODRŽIVA GRADNJA**

Diplomski rad

Pula, veljača 2015.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet ekonomije i turizama

„Dr. Mijo Mirković“

# **ENERGETSKA UČINKOVITOST I ODRŽIVA GRADNJA**

Diplomski rad

Student: Boris Žakula

Status: redovni student

Smjer: Ekonomija

JMBAG: 145033470

Kolegij: Ekonomika okoliša

Mentor: doc.dr. sc. Kristina Afrić Rakitovac

Pula, veljača 2015.

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Boris Žakula, kandidat za Magistra ekonomije ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Boris Žakula

---

U Puli, 15.veljače 2015.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ODRŽIVI RAZVOJ.....	3
2.1. Uvod u održivi razvoj .....	3
2.2. Koncept održivog razvoja .....	4
3. ENERGETSKA UČINKOVITOST.....	9
3.1. Pojmovno određenje i mjerenje.....	9
3.2. Energetska učinkovitost i legislativa EU .....	11
3.3. Energetska učinkovitost u zemljama EU.....	13
3.4. Financiranje energetske učinkovitosti u EU .....	23
3.5. Energetska učinkovitost i legislativa RH .....	24
3.6. Energetska učinkovitost u hrvatskoj.....	26
4. ENERGETSKA UČINKOVITOST I ODRŽIVA GRADNJA.....	36
4.2. Potrošnja energije i energetska bilanca .....	38
4.3. Učinkovitost potrošnje energije i energetski certifikat .....	41
5. ENERGETSKI EFIKASNI MATERIJALI ZA IZOLACIJU.....	44
5.2. Materijali koji se koriste za povećanje energetske učinkovitosti.....	45
5.3. Kamena vuna .....	46
5.4. Staklena vuna.....	47
5.5. Eco sandwich – hrvatski proizvod za energetski učinkovitu gradnju .....	48
5.6. Ekspandirani polistiren .....	49
5.7. Celulozne pahuljice.....	51
5.8. Pluto.....	52
5.9. Konoplja, lan i kokos .....	53
5.10. Ovčja vuna .....	54
5.10. Ilovača.....	55
6. KONCEPTI ENERGETSKI EFIKASNE GRADNJE.....	57
6.2. Niskoenergetska kuća.....	59
6.3. Trolitarska kuća.....	60
6.4. Pasivna kuća.....	61
6.4.1. Certificiranje pasivne gradnje.....	64
6.4.2. Pass-net.....	65

6.5.	Solarna pasivna kuća .....	65
6.6.	Kuća nulte energije .....	70
6.7.	Energetski samodostatna kuća .....	72
6.8.	Plus energetska kuća .....	72
7.	ZELENA GRADNJA.....	73
7.2.	Međunarodni certifikati zelene gradnje.....	75
7.3.	Savjet za zelenu gradnju .....	76
8.	GRADNJA PRIRODNIM Matrijalima.....	78
8.2.	Kuće od slame.....	79
8.3.	Kuće od drveta.....	82
8.4.	Kuće od nabijene zemlje.....	84
9.	EKONOMSKE I EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ODRŽIVE GRADNJE .....	87
9.2.	Cijene energenata.....	87
9.3.	Energetski efikasna gradnja i potrošnja energije .....	90
9.4.	Cijena gradnje energetski efikasnih kuća .....	92
9.5.	Cijena gradnje prosječne energetski učinkovite obiteljske kuće .....	93
9.6.	Potrošnja energije za grijanje u obiteljskoj kući .....	95
9.7.	Razdoblje povrata investicije u niskoenergetsku i pasivnu kuću .....	97
9.8.	Ekološki učinci energetski učinkovite gradnje.....	100
10.	ZAKLJUČAK.....	102
11.	PRILOZI .....	104
12.	POPIS TABLICA.....	108
13.	POPIS GRAFOVA .....	108
14.	POPIS SLIKA .....	109
15.	POPIS PRILOGA.....	110
16.	LITERATURA.....	111
17.	SAŽETAK.....	119
18.	ABSTRACT .....	120

# 1. UVOD

U ne tako dalekoj prošlosti, nitko nije razmišljao o racionalnoj eksploataciji resursa, te se nije vodila briga o zaštiti okoliša na način na koji se trebala. Iako se za te probleme desetljećima znalo te se i danas zna, ne vodi se dovoljna briga oko zaštite okoliša i očuvanju prirodnih bogatstava za buduće generacije. Suočeni smo s nizom problema koji trajno mogu ugroziti zadovoljavanje potreba budućih generacija, te se dovodi u pitanje opstanak cijelog čovječanstva. Danas svijet pogađaju energetske i klimatske katastrofe jer se u ranijim razdobljima o tome nije vodila briga na odgovoran i održiv način. Klimatske promijene, globalno zatopljenje, otapanje ledenjaka, izumiranje životinjskih i biljnih vrsta, efekt staklenika, potresi, zatrovana zemlja, rijeke i mora, nestašice pitke vode i brojne druge katastrofe postali su naša svakodnevnica. U većini domaćinstava, računi za režije imaju značajan udio u kućnom budžetu, a taj će se udio i dalje povećavati uslijed stalnog rasta cijena nafte i plina te energije općenito ako se počne voditi briga o količini potrošene energije.. Kako bi se smanjio utjecaj na okoliš i smanjila količina otpada koji se stvara i energije koja se troši, potrebno je početi razmišljati i djelovati na održiv i energetski efikasan način. Zbog činjenice da je sektor zgradarstva najveći svjetski potrošač energije, te da ima i veliki ekološki utjecaj, sve se više nameće nužnost energetske učinkovitosti i održivosti u zgradarstvu, kao i u ostalim sektorima, te održiva gradnja i mogućnost korištenja obnovljivih izvora energije kako bi se smanjila potrošnja energije, te smanjio utjecaj na okoliš. Sektor zgrada ima veliki potencijal za ostvarenje energetske ušteda. Prilikom gradnje novih građevina treba razmotriti ekonomske i ekološke aspekte pojedinih tipova gradnje kako bi se maksimizirala dugoročna korist na svim poljima. Postoje dodatna ulaganja u niskoenergetsku i pasivnu gradnju u odnosu na standardnu gradnju, no zbog energetske ušteda i državnih subvencija isplativo je ulagati u energetski učinkovitije građevine. Kao alternativa suvremenim niskoenergetskim i pasivnim industrijskim rješenjima, sve se više spominje ekološka gradnja koja osim energetske učinkovitosti uvažava i tradiciju gradnje i stanovanja koristeći isključivo ekološke materijale.

Definiranjem problematike ističu se osnovni ciljevi istraživanja:

1. Proučiti materijale i stilove gradnje koji se koriste prilikom gradnje te njihova primjena u svrhu energetske učinkovitosti, te postoji li veza između gradnje i stanovanja, energetske učinkovitosti, uštede energije i smanjenja utjecaja na okoliš

2. Ukoliko postoji veza između načina gradnje i ušteda energije i očuvanja okoliša, pokušati odrediti koliko na stvarnom primjeru iznosi gradnja, koliko se energije može uštedjeti, te koliko je moguće doprinijeti očuvanju okoliša primjenom načela energetske učinkovitosti i održive gradnje.

Hipoteza rada glasi: Primjena načela održive gradnje pozitivno utječe na smanjenje potrošnje energije u kućanstvu i na očuvanje okoliša. Analizom će se identificirati rezultati ciljeva istraživanja, te ukoliko postoji veza između gore navedenog, te ako postoji odrediti će se kakvog je intenziteta i smjera.

Diplomski rad se sastoji od osam metodoloških cjelina. Prvi dio rada posvećen je definiranju održivog razvoja kao koncepcije razvoja i njegovog značenja za očuvanje okoliša. Drugi dio rada definira energetske učinkovitosti kao mjeru za postizanje održivog razvoja te govori mjerama i politikama energetske učinkovitosti te implementaciji mjera energetske učinkovitosti i njihovoj uspješnosti. Treći dio rada govori o načinu mjerenja i računanja energetske učinkovitosti, energetske bilanci, energetskim standardima i certifikatima. U četvrtom dijelu rada nabrojani su materijali koji se koriste prilikom izolacije vanjske ovojnice radi postizanja energetske učinkovitosti. U petom dijelu rada govori se o konceptima i vrstama energetski efikasne gradnje i njihovim karakteristikama, prednostima i slabostima u usporedbi sa standardnom gradnjom. Šesti dio rada predstavlja ekološku odnosno, zelenu gradnju kao spoj tradicije, ekologije i tehnologije i alternativu konvencionalnom graditeljstvu. Sedmi dio rada govori o konceptima ekološke gradnje i o najčešće korištenim ekološkim materijalima koji se koriste u gradnji ekoloških građevina. Osmi i ujedno glavni dio rada analizira cijene energenata, potrošnju energije u kućanstvima, cijene energetski efikasne gradnje prema pojedinim standardima gradnje te analizira potrošnju energije, moguće uštede i utjecaj na okoliš u vidu emisija Co<sub>2</sub>.

U radu će se koristiti različite znanstvene metode kako bi se na pravilan način istražio predstavljeni problem istraživanja, ispunili postavljeni ciljevi te dokazala ili opovrgla postavljena hipoteza. U tom smislu, metode koje će se koristiti su sljedeće: Induktivna metoda, deduktivna metoda, metoda analize, metoda sinteze, metoda dokazivanja, metoda deskripcije, metoda komparacije

Podaci će biti prikupljeni iz različitih izvora, a za analiziranje, te grafičko prikazivanje relevantnih varijabli u radu, koristit će se Excel.



## 2. ODRŽIVI RAZVOJ

### 2.1. UVOD U ODRŽIVI RAZVOJ

Prije više desetaka godina, ljudi su polagano počeli shvaćati kako je nemoguće imati zdravo društvo i kvalitetno gospodarstvo u svijetu u kojem postoji toliko nesavršenosti poput siromaštva i uništavanja okoliša. Gospodarski razvoj se ne može zaustaviti, no trebalo bi mu promijeniti smjer, kako bi postao manje poguban po okoliš i društveni razvoj. Pretvaranje tih spoznaja u djelo i prijelaz na održive oblike razvoja i načina života izazov je današnjem dobu. Više od 3 milijarde ljudi danas živi sa manje od 2 dolara dnevno. BDP 48 najsiromašnijih zemalja je manji od BDP-a tri najbogatije osobe na svijetu. Oko milijardu ljudi još uvijek je nepismeno, a manje od jedan posto novca koji svijet potroši godišnje na oružje je potrebno da se svakom djetetu plati osnovno školovanje. Ako se potrošnja vode nastavi ovim tempom, 2/3 ljudi na svijetu do 2015. godine neće imati dovoljno vode za osnovne potrebe. Danas još uvijek više od milijardu ljudi nema pristup energiji. Zagađena voda utječe na zdravlje 1,2 milijarde ljudi, a biljne i životinjske vrste izumiru 50-100 puta brže od prirodne rate izumiranja. Pretpostavlja se da izumire oko 34 tisuće biljnih i 5200 životinjskih vrsta godišnje.<sup>1</sup> Mnogi postavljaju pitanje dali je održivi razvoj potreban, ali ove činjenice odbacuju svaku dilemu. Potrebno je implementirati i raditi globalno na održivom razvoju kako bi se ovaj negativan trend zaustavio.

Slika 1:Usporedba razvijenih i nerazvijenih zemalja



Izvor: <http://free-os.htnet.hr/diplomski/siromastvo.htm>

Iz slike je moguće uočiti nesrazmjer između razvijenih i nerazvijenih zemalja. Vidimo kako razvijene zemlje imaju puno veći BDP per capita od nerazvijenih zemalja, no što se tiče broja stanovnika, slika je obrnuta.

<sup>1</sup> Munić, J.(2010):Bioraznolikost kao temelj održivog razvoja, Zelena akcija, Zagreb 2010., str. 12 ([http://s3-eu-west1.amazonaws.com/zelenaakcija.production/zelena\\_akcija/document\\_translations/655/doc\\_files/original/AOR\\_Bioraznolikost-Jagoda\\_Munic.pdf?1276898053](http://s3-eu-west1.amazonaws.com/zelenaakcija.production/zelena_akcija/document_translations/655/doc_files/original/AOR_Bioraznolikost-Jagoda_Munic.pdf?1276898053) – 1.11.2014)

## 2.2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA

Koncept održivog razvoja podrazumijeva proces postizanja ravnoteže između gospodarskih, socijalnih i ekoloških zahtjeva kako bi se osiguralo zadovoljavanje potreba sadašnje generacije bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe.

U prošlosti, pojam održivosti najprije se počeo koristiti u šumarstvu. Taj termin u stvari koristio za odnos između sječe šume i pošumljavanja. Šuma kojom se gospodari održivo ne eksploatira se u većoj mjeri nego što se pošumljava novim mladima. Na taj način se omogućava novi prirodni prirast šume, a da se istovremeno ne narušavaju životna staništa životinja koje tamo žive. Princip održivosti u stvari je vrlo jednostavan; smije se posjeći samo onoliko stabala koliko smo novih stabala zasadili. Ovaj princip može se primijeniti na različita prirodna bogatstva i resurse kao što su vode, atmosfera, tlo itd. Možemo reći da je održivi razvoj skladan odnos između ekologije i ekonomije s ciljem da se ne ugrozi mogućnost budućih generacije da zadovoljavaju svoje potrebe.

Od 1987. godine kada je na ovaj način definiran u Izvještaju Svjetske komisije za okoliš i razvoj, kojom je predsjedavala Gro Harlem Brundtland, pa do današnjeg dana, održivi razvoj je postao jedan od ključnih elemenata u formuliranju i provođenju razvojnih politika u svijetu. „Održivi razvoj je okvir za oblikovanje politika i strategija kontinuiranog gospodarskog i socijalnog napretka, bez štete za okoliš i prirodne izvore bitne za ljudske djelatnosti u budućnosti. On se oslanja na ambicioznu ideju prema kojoj razvoj ne smije ugrožavati budućnost dolazećih naraštaja trošenjem neobnovljivih izvora i dugoročnim devastiranjem i zagađivanjem okoliša. Osnovni je cilj osigurati održivo korištenje prirodnih izvora na nacionalnoj i međunarodnoj razini.“<sup>2</sup>

Pojam održivog razvoja prva spominje Barbara Ward 1969. godine, a veća se pozornost svjetske javnosti privlači 1974. godine nakon Cocoyoc-ove deklaracije u čijim se zaključcima prepoznaje veza između društvenog blagostanja i okolišnih pitanja.<sup>3</sup>

Postoji mnogo definicija održivog razvoja.

„Razvoj koji zadovoljava potrebe današnjice bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija u zadovoljavanju njihovih potreba. Održivi razvoj je proces promjena u kojem su iskorištavanje resursa, smjer ulaganja, orijentacija tehničkog razvoja i institucionalne promjene u

---

<sup>2</sup> Pavić-Rogošić, L.(2010): Održivi razvoj, ODRAZ, Zagreb studeni 2010., str. 2 ([http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi\\_razvoj.pdf](http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi_razvoj.pdf) - 2.11.2014)

<sup>3</sup> Kordej-De Villa Ž. , Stubbs P.(2009): Participativno upravljanje za održivi razvoj, Ekonomski institut, 2009., str.17 (<file:///C:/Users/Boris/Desktop/Participativno%20upravljanje%20za%20odr%C5%BEivi%20razvoj.pdf> – 2.11.2014)

međusobnom skladu i omogućavaju ispunjavanje potreba i očekivanja sadašnjih i budućih naraštaja.“ – Gro Harlem Brundtland, Svjetska komisija o okolišu i razvoju 1987.

„Razvoj u okvirima prihvatnog kapaciteta ekosustava Zemlje.“ - IUCN - Međunarodna unija za očuvanje prirode

„Poboljšanje kvalitete života, ali u okvirima prihvatnog kapaciteta ekosustava.“- Claude Martin, WWF.

„Održavanje ravnoteže između ljudske potrebe za poboljšanjem kvalitete življenja i blagostanja s jedne strane te očuvanja prirodnih izvora i ekosustava, o kojima ovise buduće generacije.“- The Global Development Research Center<sup>4</sup>

Globalno prihvaćeni principi održivog razvoja, definirani su kroz Deklaraciju iz Rija i Agendu 21. Deklaraciju i Plan provedbe iz Johannesburga, kao i na principima Milenijske deklaracije UN-a. Deklaracija iz Rija o okolišu i razvoju sadrži 27 načela koja definiraju prava ljudi na razvoj i obveze u očuvanju zajedničkog okoliša te obveze država u postizanju održivog razvoja, uzimajući u obzir cjelovitost i međuovisnost planeta Zemlje. U deklaraciji iz Rija se polazi od potrebe povezivanja gospodarskog razvoja sa zaštitom okoliša, kao jednim putem prema održivosti i dugotrajnom gospodarskom razvoju.

Agenda 21 polazi od pretpostavke da je zajedničko i odmjereno rješavanje pitanja okoliša i razvoja jedini način osiguranja sigurnije i uspješnije budućnosti. Agenda 21 govori i o zaštiti okoliša i upravljanju prirodnim izvorima i da treba voditi računa o očuvanju i zaštiti prirodnih izvora u siromašnim zemljama te da od korištenja tih izvora ima korist domaće stanovništvo.

U Johannesburgu je 2002. godine održan Svjetski skup o održivom razvoju u kojem su sudjelovali predstavnici iz 191 države. Summit je usvojio dva ključna dokumenta: Političku deklaraciju i Plan provedbe. Deklaracija naglašava tri stupa održivog razvoja na svim razinama. Plan provedbe predviđen je kao okvir za provedbu obveza usvojenih 1992. godine na konferenciji u Riju. Obuhvaća 11 poglavlja.

Održivi razvoj podrazumijeva:

- Uravnotežen i pravičan gospodarski razvoj koji se može održati u dužem vremenskom razdoblju;
- Smanjenje siromaštva, kroz osnaživanje siromašnih i osiguranje njihovog boljeg pristupa neophodnim uslugama i sredstvima;
- Sudjelovanje svih zainteresiranih strana u procese odlučivanja uz promoviranje dijaloga i postizanje povjerenja kako bi se razvio društveni kapital;

---

<sup>4</sup> Op. cit. pod 2., str. 4

- Pažljivo upravljanje i očuvanje (u najvećoj mogućoj mjeri) neobnovljivih resursa;
- Racionalna/održiva upotreba energije i prirodnih izvora (vode, zemljišta, šuma, itd.);
- Smanjivanje otpada, učinkovito sprječavanje i kontrola zagađenja te smanjivanje na najveću moguću mjeru ekoloških rizika;
- Unaprjeđenje sustava obrazovanja i zdravstva i poboljšanja u pogledu ravnopravnosti spolova;
- Zaštitu kulturnih identiteta, tradicije i nasljeđa.<sup>5</sup>

Ujedinjeni narodi su desetljeće 2005- 2014. godine proglasili desetljećem „Obrazovanja radi održivog razvoja“

Koncept održivosti promovira rast i razvoj uz najveće očuvanje i racionalno korištenje resursa za ostvarenje dugoročnog ekonomskog i društvenog razvoja. Održivi razvoj zahtjeva duži vremenski period i nije moguća njegova trenutna primjena zbog čega dolazi do sukoba između političara na vlasti koji pokušavaju pridobiti glasače brzim rješenjima i udruga koje nastoje utjecati na to da ljudi usvoje vrijednosti i razviju sposobnosti da razmišljaju održivo. Participacija, uključivanje i koordinacija različitih ciljeva bitne su odrednice za postizanje održivosti. Primjerice kod visoke participacije postoje suradnja( zajednička kontrola nad odlukama i resursima) i ovlaštenje( prijenos kontrole nad odlukama i resursima).<sup>6</sup> Ljudske potrebe trebaju biti zadovoljene uz brigu o jednakosti i pravdi. Svi imaju jednako pravo zadovoljiti svoje potrebe i želje uz ne nanošenje štete drugima i okolišu. Unaprijediti kvalitetu života danas i sutra je bit koncepcije održivog razvoja. Nužna je komunikacija između stanovništva i vlasti i neizbježno je uključivanje ostalih subjekata.

Planiranje budućeg razvoja je potrebno uskladiti s načelima održivog razvoja. Održivi razvoj se zasniva na tri glavna načela koja čine ekološka, sociokulturna i ekonomska održivost.<sup>7</sup> Njihovu povezanost možemo vidjeti na slici broj 2.

---

<sup>5</sup> Op.cit. pod.2., str.7

<sup>6</sup> Op. cit.pod.3., str.151

<sup>7</sup> Smolčić Jurdana D.(2012): Održivi razvoj i turizam, Sveučilište u Mostaru, prezentacija 2.dio, 2012.g, str 35 (<http://www.fpmoz.ba/pdf/Odrzivi%20razvoj%20i%20turizam%202014%20-%202014.dio.pdf> – 3.11.2014.)

Slika 2: Shema koncepta održivog razvoja



Izvor: [http://www.drvojeprvo.hr/O\\_drvo/Drvo\\_i\\_odrzivi\\_razvoj](http://www.drvojeprvo.hr/O_drvo/Drvo_i_odrzivi_razvoj)

Ekološka održivost obećava uravnotežen razvoj, koji je usklađen sa očuvanjem i održavanjem ekoloških procesa, prirodnih resursa i biološke raznolikosti. Jedno je od najistaknutijih načela. Ekonomska održivost obećava efikasan ekonomski razvoj, te upravljanje resursima na način da se mogu koristiti i u budućnosti. Cilj je razvoj blagostanja za sadašnje i buduće generacije. Sociokulturna jamči kompatibilnost razvoja sa očuvanjem kulture i ljudskih vrijednosti, te trajno očuvanje identiteta lokalnih zajednica.

U brojnoj literaturi se pored ova tri načela spominje i tehnološka održivost. Tehnološka održivost zahtjeva razvoj i primjenu tehnologije na način da se u proizvodnji koristi tehnologija koja uz ekonomske ima i elemente koji štite okoliš.

Održivi razvoj sačinjavaju tri usko povezana pitanja o kojima svako gospodarstvo treba vodi računa. Okoliš je potrebno vrednovati kao integralni dio ekonomskog procesa. Zatim je potrebno voditi računa o jednakosti. Jedna od prijetnji je da nerazvijene zemlje žele pod svaku cijenu dostići životni standard razvijenih zemalja. Konceptcija održivog razvoja stavlja pred društvo, poslovne subjekte i pojedince ciljeve koji trebaju biti usklađeni s budućim potrebama čovječanstva.<sup>8</sup>

Hrvatska je 1972. godine donijela „Rezoluciju o zaštiti čovjekove sredine“, a kasnije je potpisana i „Deklaracija o zaštiti okoliša“ gdje se spominje važnost zaštite okoliša i ljudske sredine, ali se do 2000. godine nije po tom pitanju nije puno napredovalo. „Strategija održivog razvoja Republike Hrvatske“ je dokument koji dugoročno usmjerava gospodarski i socijalni razvoj prema načelima održivog razvoja. Strategija je usvojena 2009. godine u Hrvatskom

<sup>8</sup> Op.cit.pod 7, str 25

saboru i postavlja ciljeve i mjere održivog razvoja hrvatskog gospodarstva, održivog socijalnog razvoja i zaštite okoliša te identificira ključne izazove.<sup>9</sup>

Usmjerena je na dugoročno djelovanje u osam ključnih područja:

- Poticanje rasta broja stanovnika
- Okoliš i prirodna dobra
- Usmjeravanje na održivu proizvodnju i potrošnju
- Ostvarivanje socijalne i teritorijalne kohezije i pravde
- Postizanje energetske neovisnosti i rasta učinkovitosti korištenja energije
- Jačanje javnog zdravstva
- Povezivanje prostora
- Zaštita Jadranskog mora, priobalja i otoka<sup>10</sup>

Opisali smo značenje i pojam održivog razvoja, no pojam održivog razvoja je puno kompleksniji i zadire u sve sfere ljudskog djelovanja, a istovremeno je i toliko jednostavan, da se cijela filozofija može opisati sa par jednostavnih riječi. Ako želimo svake godine jesti jabuke iz svog vrta, nećemo danas to isto stablo jabuka posjeći. Isto vrijedi i za okoliš, životinje i ljude. Planet Zemlja nije stvorena radi ljudi kao vrste sa svrhom da ju se iskorištava i uništi, te bi bilo sebično od nas da si uzmemo za pravo odlučivati o njenoj sudbini i o sudbini drugih živih bića na Zemlji. Svi trebamo naučiti živjeti u suživotu sa drugim ljudima, životinjama i okolišem. Trebamo malo razmisliti što nam je u životu stvarno potrebno i bez čega ne možemo. Bez novog televizora, bez mobitela, bez novog auta, bez dijamanta i zlata, bez toga možemo, ali bez vode, čistog zraka i hrane, nažalost ne možemo. Profit pojedinaca i rast gospodarstva ne smije biti jedini ekonomski cilj, već ujednačen razvoj i blagostanje svih ljudi, bez uništavanja drugih vrsta i okoliša.

---

<sup>9</sup> Pavić-Rogošić, L. (2009): EU-Hrvatska- Zajednički savjetodavni odbor: Izvještaj o održivom razvoju u Republici Hrvatskoj, 13. listopada 2009., Zagreb

([http://www.logincee.org/remote\\_library?lang=lv&partner=12&language\\_code=&country\\_id%5B0%5D=&topic\\_id%5B0%5D=&module=1&document\\_category\\_id%5B0%5D=&orderby=102&skip=2540&pagesize=10&search\\_options=2&search\\_type=4&skip=2560](http://www.logincee.org/remote_library?lang=lv&partner=12&language_code=&country_id%5B0%5D=&topic_id%5B0%5D=&module=1&document_category_id%5B0%5D=&orderby=102&skip=2540&pagesize=10&search_options=2&search_type=4&skip=2560) – 4.11.2014.)

<sup>10</sup> NN 110/07 (2009): Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske ([http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_03\\_30\\_658.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_03_30_658.html) - 5.11.2014.)

### 3. ENERGETSKA UČINKOVITOST

#### 3.1. POJMOVNO ODREĐENJE I MJERENJE

Prije nekoliko desetaka nije se razmišljalo o energetskej efikasnosti i uštedi energije jer je energija bila jeftina i dostupna. Ekonomski rast se bazirao na prekomjernoj eksploataciji resursa, a premalo se vodilo računa o održivom ekonomskom razvoju, što danas ima za posljedicu skupe energente, velike posljedice na okoliš i klimatske promijene. Danas postoji problem globalnog zatopljenja i problem efekta staklenika koji su posljedica prevelikih emisija ugljičnog dioksida u atmosferu zbog upotrebe fosilnih goriva i neobnovljivih izvora energije. Prema potrošnji energije po sektorima, zgradarstvo prednjači sa 41 % udjela u potrošnji energije, zatim slijedi industrija sa 31 % udjela i nakon toga promet sa 28 % udjela u potrošnji energije.<sup>11</sup>

Pojam energetska učinkovitost predstavlja racionalno korištenje energije, kroz smanjenju potrošnju energenata. Energetska učinkovitost je suma isplaniranih i provedenih mjera čiji je cilj korištenje minimalno moguće količine energije tako da razina udobnosti i stopa proizvodnje ostanu sačuvane.<sup>12</sup>

Energetska učinkovitost znači upotrebu manje količine energije, odnosno energenata, za obavljanje istog posla kao što su na primjer grijanje prostora, rasvjetu ili proizvodnja. Energetska učinkovitost se ne smije promatrati isključivo kao štednja, jer štednja uvijek podrazumijeva određena odricanja, dok učinkovita uporaba energije nikada ne narušava uvjete rada i življenja. Nadalje, poboljšanje učinkovitosti potrošnje energije ne podrazumijeva samo primjenu tehničkih rješenja jer svaka tehnologija i tehnička oprema, bez obzira koliko učinkovita bila, gubi to svoje svojstvo ako ne postoje obrazovani ljudi koji će se njome znati služiti na najučinkovitiji mogući način. Prema tome, može se reći da je energetska učinkovitost prvenstveno stvar svijesti ljudi i njihove volje za promjenom ustaljenih navika prema energetski učinkovitijim rješenjima, negoli je to stvar složenih tehničkih rješenja.<sup>13</sup>

Ključan preduvjet gospodarskog i socijalnog razvoja svakog društava je pristup energiji po prihvatljivim cijenama. No, proizvodnja energije i njezina uporaba značajno utječu na okoliš i

---

<sup>11</sup> MZOPUG (2005) : Vodič kroz energetski efikasnu gradnju, Zagreb, siječanj 2005. str. 6

<sup>12</sup> Bukarica V., Sušić D., Bokorović Ž. (2008): Priručnik za energetske savjetnike, 2008., str. 8.

<sup>13</sup> FZOEU(2008): Priručnik za energetske savjetnike, 2008, str.8

(<http://www.eni.fzoeu.hr/assets/files/post/96/list/prirucniksavjetnici.pdf> - 1.12.2014.)



uzrokuju zagađenja lokalno (smog, kisele kiše i sl.), ali i globalno- poput globalnog zagrijavanja i rezultirajućih klimatskih promjena. Nažalost, energija se većinom proizvodi iz fosilnih goriva: ugljena, nafte i naftnih derivata i prirodnog plina. Njihovim sagorijevanjem u atmosferu se ispuštaju razni polutanti poput sumpornog dioksida, dušičnih oksida, čestica te ugljičnog dioksida. Prva dva plina, osim njihovog štetnog djelovanja na zdravlje, uzročnici su nastajanja kiselih kiša i stvaranju štetnog prizemnog ozona. S druge strane, staklenički plin CO<sub>2</sub> je najznačajniji uzročnik globalnog zatopljenja. Energija se proizvodi kako bi zadovoljila potrošnju. Proizvodnja je uzrokovana potrošnjom, pa nepažljiva, neučinkovita potrošnja uzrokuje nepotrebno veliku proizvodnju, a time i nepotrebno velik negativan utjecaj na okoliš. Poboljšana učinkovitost uporabe energije rezultirat će njezinom smanjenom potrošnjom, što vodi i smanjenju proizvodnje energije.

Energija nije besplatna, na nju se troši dio budžeta. Svaki mjesec na naplatu dolaze računi za korištenje energenata i drugih resursa poput vode. Kada se tome dodaju i troškovi goriva za vozila, mjesečni iznos može biti veoma značajan. Smanjenje potrošnje energije uslijed njezine učinkovitije uporabe donosi i proporcionalne novčane uštede.<sup>14</sup>

Energetska učinkovitost danas je u svijetu prepoznata kao najjeftiniji i najbrži način postizanja ciljeva održivog razvoja. Poboljšanja energetske učinkovitosti doprinose smanjenju štetnih emisija u okoliš, većoj industrijskoj konkurentnosti, otvaranju novih radnih mjesta i povećanju sigurnosti opskrbe energijom. Nimalo nije manje važna ni činjenica da se postižu značajne financijske uštede. Upravo je zbog toga energetska učinkovitost okosnica jedinstvene energetske politike Europske unije, čiji je cilj smanjiti potrošnju energije za 20% do 2020. godine.

Učinkovitost potrošnje energije prati se indeksom energetske učinkovitosti ODEX. ODEX je indeks koji se koristi u Odyssee-MURE projektu za mjerenje energetske učinkovitosti i napretka u pojedinim sektorima (industrija, promet, kućanstva), ili za cijelu ekonomiju (svi potrošači).<sup>15</sup> ODEX indikator računa se kao ponderirani prosjek pod-sektorskih indikatora. Pod sektori za kućanstva su različite namjene potrošnje energije – grijanje, zagrijavanje potrošne tople vode, kuhanje, rasvjeta i kućanski uređaji. Vrijednost ODEX indikatora od 90 znači deset postotno poboljšanje energetske učinkovitosti. Za kućanstvima, procjena se provodi na razini 3

---

<sup>14</sup> Op. cit. pod 13., str.8

<sup>15</sup> ODYSSEE (2010): Enerdata: Definition of ODEX indicators in ODYSSEE data base, march 2010., str.4 (<http://www.indicators.odyssee-mure.eu/odex-indicators-database-definition.pdf> - 5.12.2014.)



krajnje namjene (grijanje, grijanje vode, kuhanje) i 5 velikih aparata (hladnjaci, zamrzivači, perilice rublja, perilice posuđa i TV).

Za svaku krajnju uporabu, sljedeći pokazatelji smatraju pogodnima se za mjerenje napretka učinkovitosti:

-grijanje: Potrošnja jedinica po m<sup>2</sup> po normalnoj klimi (toe / m<sup>2</sup>)

-grijanje vode: Potrošnja jedinica po stanu s grijanjem vode

-kuhanje: Potrošnja jedinica po kućanstvu

-veliki električni uređaji: specifična potrošnja električne energije, u kWh / godina / aparat<sup>16</sup>

### 3.2. ENERGETSKA UČINKOVITOST I LEGISLATIVA EU

Široka lepeza mjera usvojena je na razini EU-a i provode ih u cijelosti zasebno države članice. Cilj je aktivno promicati bolju energetska učinkovitost zgrada. U 2002. godini usvojena je „Direktiva o energetska učinkovitosti zgrada (EPBD)<sup>17</sup>, zatim 2005. godine donesena je „Zelena knjiga o energetska učinkovitosti“, 2006. godine „Zelena knjiga o energetici“, a 2010. godine zadani su još ambiciozniji ciljevi. U „Planu energetska učinkovitosti 2011 „, Europska Komisija navodi da upravo najveći energetska potencijal uštede leži u zgradama.<sup>18</sup>

Europska komisija je 2010. godine objavila novu strategiju pod nazivom: „Europa 2020 : Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast“ („Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy“) koja se nadovezuje na Lisabon strategiju, čiji je cilj smanjiti ukupnu potrošnju energije za 20 posto do 2020. godine u odnosu na 1990. godinu. Cilj je smanjiti emisiju stakleničkih plinova za barem 20% u odnosu na razine iz 1990. godine,

---

<sup>16</sup> Op.cit.pod 15., str.8

<sup>17</sup> Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0091> – 1.12.2014.)

<sup>18</sup> ODYSSEE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU: Lessons from the ODYSSEE MURE project,2013., str. 49 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)

odnosno za 30% ukoliko to dozvoljavaju uvjeti; zatim povećati udio obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji energije na 20%; te povećati energetska učinkovitost za 20%.<sup>19</sup>

Europska komisija potiče zemlje članice da usvoje dugoročne politike kojima bi izravnale državne subvencije za pomoć u plaćanju visokih iznosa računa za potrošnju energije i zamijenile ih poticajima za poboljšanje energetske učinkovitosti stambenih objekata. Zadano je pet glavnih ciljeva strategije.

Najveći potencijali za ostvarivanje ušteda energije nalazi se u zgradarstvu. U zgradama se na području EU troši oko 40 posto energije. Pri tome valja naglasiti da stambene zgrade, dakle kućanstva, predstavljaju gotovo 2/3 cjelokupnog fonda zgrada u EU te su odgovorne za oko 25 posto ukupne potrošnje energije u EU.

Gradovi i urbana područja, glavni su potrošači energije, čak do skoro 80 % ukupne potrošnje energije. Oni u isto vrijeme predstavljaju i problem i djelomično brzo rješenje za veću energetska učinkovitost korištenjem inovativnih integriranih energetska rješenja na lokalnoj razini i prijelazom na takozvane "pametne gradove"<sup>20</sup>

Europa si više ne mogu priuštiti rasipavati se sa energijom. Energetska učinkovitost jedan je od središnjih ciljeva za postizanje do 2020. godine, kao i ključni čimbenik u postizanju naše dugoročnih energetska i klimatska ciljeva. Europska Unija treba razviti novu strategiju energetska učinkovitosti, koji će omogućiti svim državama članicama daljnje poboljšanje njihovog korištenja energije i gospodarskog rasta. Ova strategija uzima u obzir različitosti među zemljama članicama u smislu energetska potreba.

Energetska učinkovitost je najisplativiji način za smanjenje emisije, poboljšanje energetska sigurnosti i konkurentnosti, i potrošnju energije učiniti više pristupačnom za potrošače, kao i stvaranje novih radnih mjesta, uključujući i izvozne industrije. Iznad svega, ona pruža opipljive prednosti građanima: prosječne uštede energije za kućanstva mogu iznositi do 1 000 eura godišnje. Ipak, pokazuje se da je svega 47 posto potrošača u EU svjesno koliko energije doista troše.

---

<sup>19</sup> EK (2010): Europa 2020: Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast, Bruxelles 2010., str. 13 ([http://www.mobilnost.hr/prilozi/05\\_1300804774\\_Europa\\_2020.pdf](http://www.mobilnost.hr/prilozi/05_1300804774_Europa_2020.pdf) - 2.12.2014.)

<sup>20</sup> EK (2010) : Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy, Brussels 2010. str. 9 ([http://www.eib.org/epec/ee/publications/category/eu\\_legislation/energy-2020-a-strategy-for-competitive-sustainable-and-secure-energy.htm](http://www.eib.org/epec/ee/publications/category/eu_legislation/energy-2020-a-strategy-for-competitive-sustainable-and-secure-energy.htm) - 3.12.2014.)

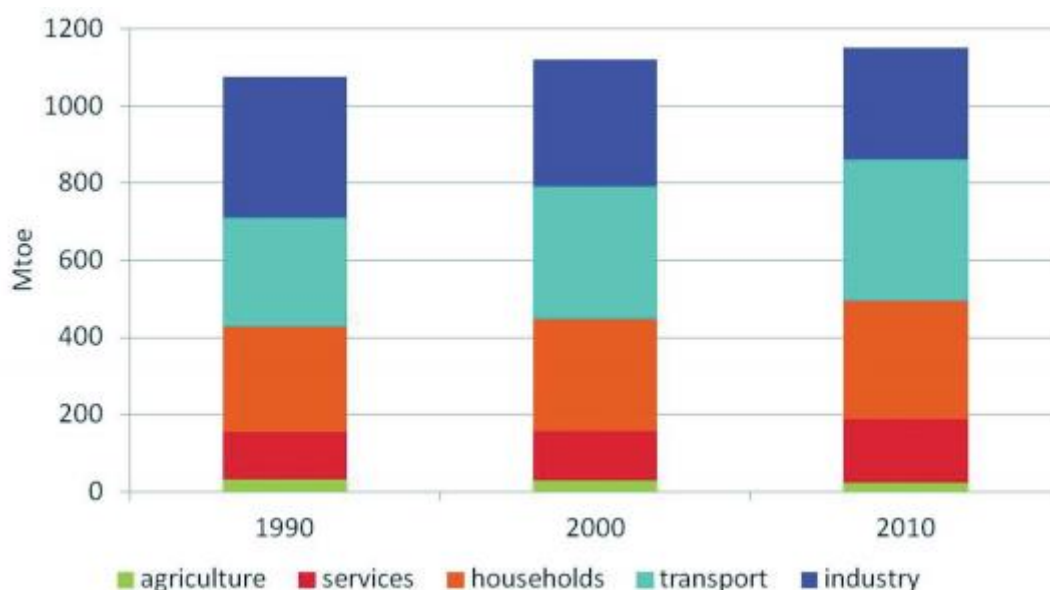
Uz informaciju koliko energije troše, potrošači moraju biti upoznati i s mogućim mjerama za smanjenje te potrošnje i poboljšanje energetske učinkovitosti te njihovim troškovima i koristima. Procjenjuje se da bi prosječno europsko kućanstvo moglo uštedjeti oko 1.000 eura godišnje provedbom mjera energetske učinkovitosti.<sup>21</sup>

### 3.3. ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZEMLJAMA EU

Energetska učinkovitost se poboljšala za 12% na razini Europske Unije u periodu od 2000. godine do 2010. godine. To je poboljšanje od 1.2% godišnje. Od 2007. godine poboljšanje energetske učinkovitosti je usporeno ( 0.6% na godišnjoj razini) zbog ekonomske krize koja je u međuvremenu izbila. Sektor kućanstva bilježi najveće poboljšanje od 1.6% godišnje.

U periodu od 2000. do 2010. godine EU bilježi porast ekonomske aktivnosti, što je dovelo do povećanja potrošnje energije od 122 Mtoe, od toga 48 Mtoe zbog povećanja prometa i transporta a 42 Mtoe zbog povećanja broja domaćinstava.

Slika 3: Ukupna potrošnja energije u EU po sektorima



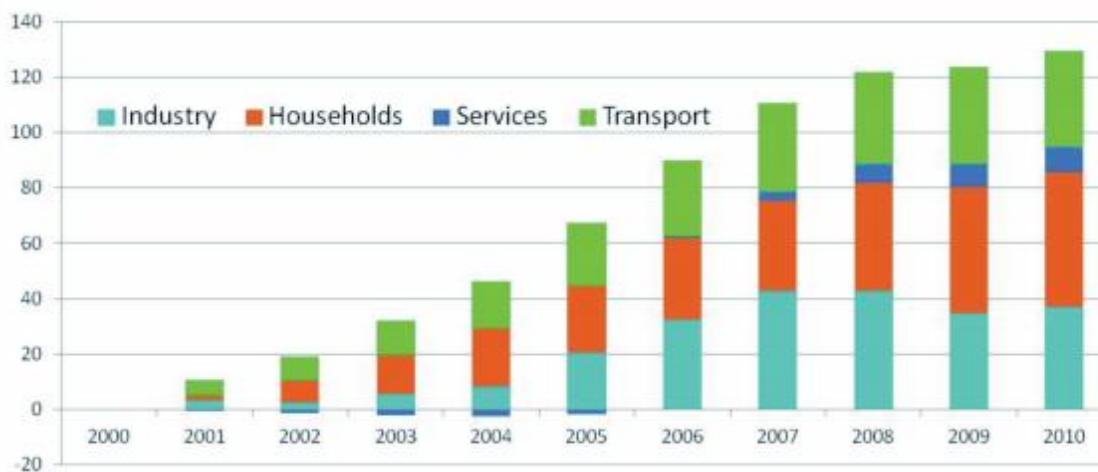
Izvor: ODYSSEE-MURE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project, 2013, str13. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)

<sup>21</sup> Op.cit.pod.20., str. 8

S druge strane ušteda energije kroz energetska učinkovitost dovela je do smanjenja potrošnje energije za 130 Mtoe. Strukturne reforme u industriji dovele su do smanjenja potrošnje energije za 6 Mtoe. Oko 38% uštede ostvareno je u kućanstvima, 28% u industriji, 27% u transportu i 7% u uslugama. Energetska učinkovitost u industriji je znatno poboljšana u periodu od 2000. do 2007. godine ( 1.8% godišnje).

U 2010. godini ušteda energije na razini EU je dosegla 130 Mtoe u odnosu na 2000. godinu. Nakon 2008. godine nije bilo nekog značajnijeg napretka. Razlog tomu je ekonomska kriza. Oko 38% uštede ostvareno je u kućanstvima, 28% u industriji, 27% u transportu i 7% u uslugama.

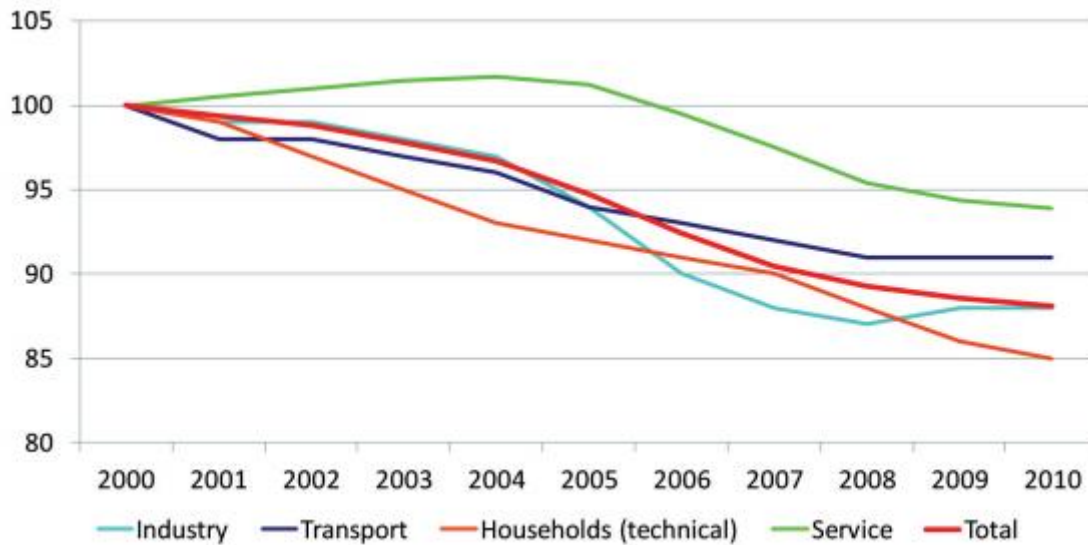
*Slika 4: Energetske uštede u EU po sektorima za razdoblje od 2000. – 2010. godine*



Izvor: ODYSSEE-MURE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project, 2013, str18 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)

Od 2007. godine nije bilo napretka, čak pogoršanje na godišnjoj razini. Godišnji trend u poboljšanju energetske učinkovitosti između 2000. godine i 2010. godine iznosio je 1.3%. U 2009. godini dostignuto je veliko smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u industriji u odnosu na 1990. godinu ( skoro polovica).

Slika 5: ODEX indeks energetske učinkovitosti u EU



Izvor: ODYSSEE-MURE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project, 2013, str 16. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)

Na slici broj 5 je prikazan ODEX indeks za zemlje Europske unije. Vidimo da je početno stanje 100. smanjenje indeksa na razine ispod 100 označava povećanje energetske učinkovitosti. Iz grafikona je vidljivo da se u sektoru usluga najmanje povećava energetska učinkovitost, a u sektoru kućanstva najviše, odnosno 1,6% godišnje u razdoblju od 2000. do 2010. godine.

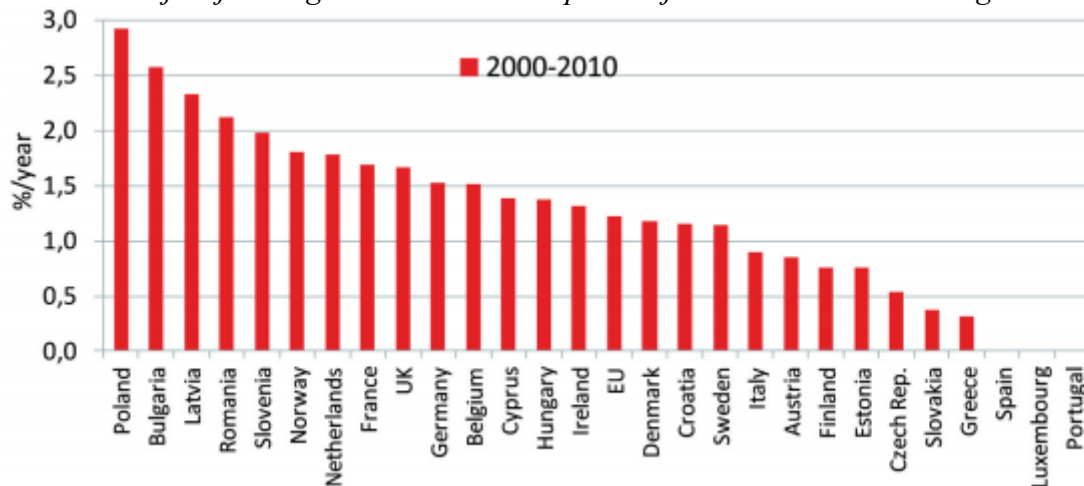
Energetska efikasnost u sektoru transporta je poboljšana za 15% u razdoblju od 1990. do 2010. godine. Od 2007. godine uvode se novi standardi i propisi za motorna vozila. Prosječno vozilo u EU je trošilo 0.8 litara goriva manje na 100 km u 2010. godini, odnosno 7.1 litru, a emisija CO<sub>2</sub> kod novih automobila je smanjena za 20% od 2000. godine. Sektor transporta je jedini sektor u kojem se bilježi porast emisija CO<sub>2</sub>. U 2010. godini emisije Co<sub>2</sub> su bile 21% iznad razine od 1990. godine.

Što se energetske učinkovitosti tiče, dvije trećine zemalja članica, smanjile su prosječnu potrošnju po kućanstvu. Udio energije koji se koristi za zagrijavanje prostora po m<sup>2</sup> se smanjuje skoro u svim zemljama članicama, osim u onima sa blagom klimom. Potrošnja električne energije za kućanske uređaje i osvjetljenje je porasla u svim zemljama članicama. U nazad zadnjih 20 godina je jako povećana energetska učinkovitost kućanskih uređaja, ali se povećao

i njihov broj u kućanstvu. U sektoru usluga, potrošnja električne energije po zaposleniku je porasla za 16%. Zbog povećanja broja IT uređaja i klima uređaja.<sup>22</sup>

Poboljšanje energetske učinkovitosti je blizu 2% na godišnjoj razini za nove zemlje članice EU: Poljsku, Rumunjsku, Bugarsku, Latviju i Sloveniju. Za 12 zemalja članica poboljšanje je iznad 1% na godišnjoj razini. U Luksemburgu, Španjolskoj i Portugalu nije bilo moguće izmjeriti napredak u energetske učinkovitosti zbog nedostatka podataka. Poboljšanje energetske učinkovitosti u Hrvatskoj je ispod prosjeka EU. Slika 6 prikazuje postotak poboljšanja energetske učinkovitosti u zemljama EU.

Slika 6: Poboljšanje energetske učinkovitosti po zemljama od 2000. do 2010. godine



Izvor: ODYSSEE-MURE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project, 2013, str.17 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)

Domovi predstavljaju 40% ukupne potrošnje energije u EU i 55% potrošnje električne energije. Potrošnja se drastično povećala u posljednjih 20 godina. Sva kućanstva skupa broje 24 bilijuna m<sup>2</sup>, a sektor zgradarstva predstavlja ¾ ukupne površine. 65% čine obiteljske kuće, a 35% čine stanovi. U EU je prosječna veličina stambenog prostora 87m<sup>2</sup> po domaćinstvu. Trgovine i veleprodaje predstavljaju 28% ne rezidencijalnih površina.

Uredi su druga najveća kategorija ne rezidencijalnih prostora sa oko 1/4 od ukupnog, zatim edukacijske zgrade sa 20%, hoteli i restorani 11%, bolnice 7%, sportske zgrade 4% i ostale sa

<sup>22</sup> ADEME (2013): Energy efficiency in the European Union : Trends and policies, Lessons from the ODYSSEE MURE project, siječanj 2013. str.4 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/summary-about-energy-efficiency-trends-and-policies-by-sector-in-Europe.pdf> 2.12.2014.)

1%.<sup>23</sup> Na razini EU, potrošnja po m<sup>2</sup> iznosila oko 220 kWh/m<sup>2</sup> u 2012. godini, a postoji velika razlika između stambenih površina ( 200 kWh/m<sup>2</sup>) i nestambenih ( 300 kWh/m<sup>2</sup>).<sup>24</sup>

Potrošnja energije je manja u zemljama sa toplijom klimom kao što su Španjolska ili Bugarska, u usporedbi sa hladnijim zemljama poput Finske, Poljske i Estonije. Ukupna potrošnja energije rasla je po stopi od oko 1% za ne rezidencijalne zgrade i po stopi od oko 1.5% i za rezidencijalne po stopi od 0.6%.

Prosječna potrošnja električne energije po m<sup>2</sup> je oko 70 kWh/m<sup>2</sup>( EU prosjek). Većina zemalja ima potrošnju između 40 i 80 kWh/m<sup>2</sup>. Nordijske zemlje imaju puno veću potrošnju, 130 kWh/m<sup>2</sup> za Švedsku i Finsku i 170 kWh/m<sup>2</sup> za Norvešku, iz razloga veće potrošnje električne energije za zagrijavanje prostora.

Prosječna potrošnja električne energije u EU iznosi otprilike oko 4000 kWh godišnje. Rumunjska, Litva, Latvija i Poljska imaju potrošnju električne energije po kućanstvu od otprilike 2000 kWh godišnje. Italija, Mađarska i Slovačka imaju potrošnju od oko 3000 kWh godišnje. Estonija, Nizozemska, Češka, Bugarska, Portugal, Njemačka, Danska, Grčka i Luksemburg se nalaze u skupini zemalja sa potrošnjom između 3000 i 4000 kWh godišnje i ispod europskog prosjeka. Hrvatska, Slovenija i Belgija imaju potrošnju malo veću od europskog prosjeka. Ujedinjeno kraljevstvo, Španjolska, Austrija i Malta imaju potrošnju od 4000 do 5000 kWh godišnje. Cipar, Irska i Francuska imaju potrošnju od 5000 kWh godišnje, dok Finska ima potrošnju od 8500 kWh, Švedska 9500 kWh i Norveška 16 000 kWh godišnje.<sup>25</sup> Na slici broj 7 prikazana je potrošnja električne energije u kućanstvima za zemlje članice EU.

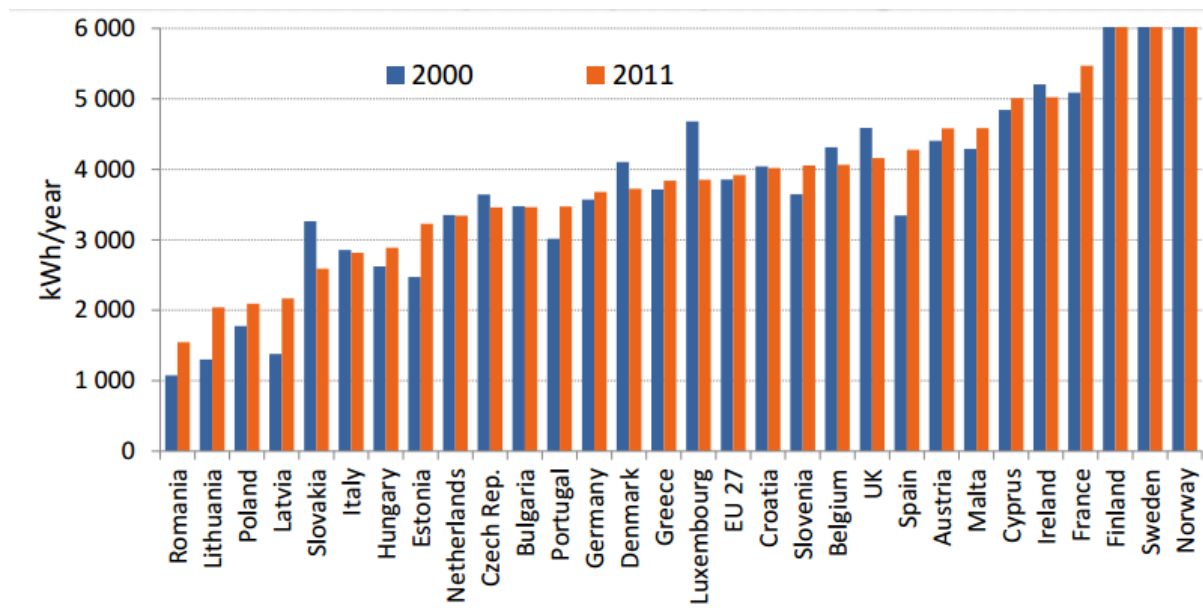
---

<sup>23</sup> Op.cit.pod 18.,str.48

<sup>24</sup> Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU, 2014, str.3 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/buildings/buildings-eu.pdf> -2.12.2014.)

<sup>25</sup> Ibidem 24, str 23.

Slika 7: Prikaz potrošnje električne energije u kućanstvima za zemlje članice EU



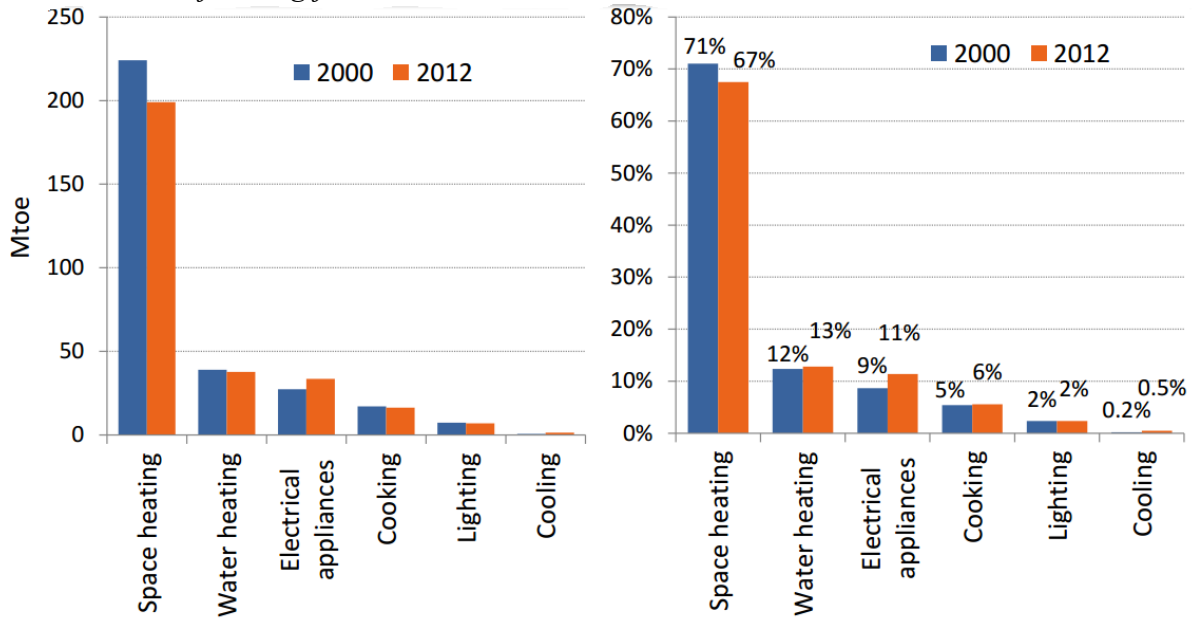
Izvor: Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU, 2014, str.23 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/buildings/buildings-eu.pdf> -2.12.2014.)

Za većinu zemalja, ta potrošnja se u najvećem dijelu odnosi na električne aparate i rasvjetu (preko 60%). Toplinska potrošnja je visoka (oko 50%) u Norveškoj, Estoniji, Švedskoj, Francuskoj i Češkoj. Električni uređaji uključuju perilice i sušilice, IT opremu (TV, PC) i druge kućanske aparate. Udio klima uređaja u potrošnji električne energije je nizak, 10-15%, u južnijim zemljama (Cipar, Hrvatska, Bugarska).<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Op.cit.pod.18.,str55



Slika 8: Potrošnja energije u domaćinstvima u EU



Izvor: Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends for households in the EU, 2014, str.12 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/household/household-eu.pdf> - 2.12.2014.)

Prosječna potrošnja energije za klima uređaje je u porastu u južnijim zemljama Europske unije kao što su Italija, Hrvatska, Malta, Cipar i Grčka. Novi klima uređaji su 30% energetski učinkovitiji od onih proizvedenih 2002. godine kada je predstavljeno EU energetska označavanje proizvoda. Zahvaljujući višim standardima porast potrošnje električne energije nije proporcionalno pratio porast broja vlasnika klima uređaja.

Cijena energije za kućanstva je porasla za 64% između 2004. i 2012. godine. Odnosno cijene energije bilježe porast od 6,4% godišnje. Od 2000. godine potrošnja energije po domaćinstvu se smanjuje po stopi od 1,5% godišnje. U potrošnji dominira prirodni plin sa 37% U 2012. godini, a električna energija je na drugom mjestu sa 25% udjela u potrošnji. Loživo ulje se polagano istiskuje kao energent. 1990. godine udio loživog ulja iznosio je 23%, a 2012. godine 13%. Drvo kao energent bilježi porast potrošnje i udio u 2012. godini je iznosio 14%.

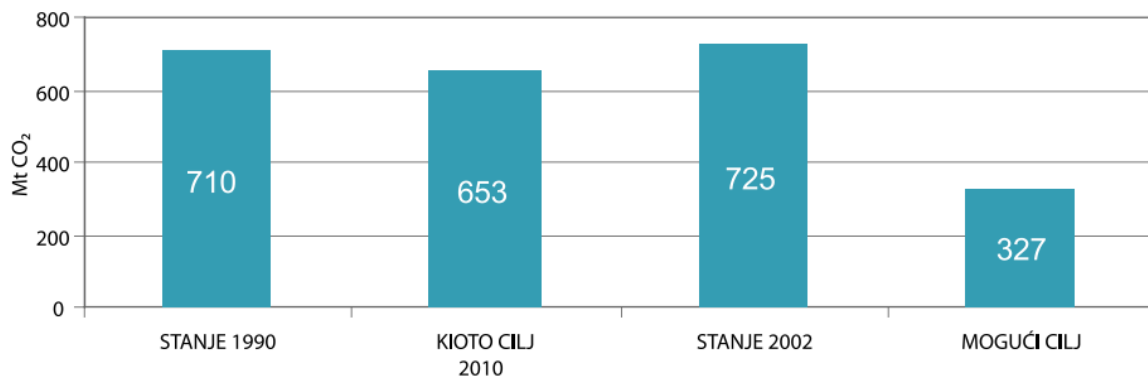
Najveći udio u potrošnji energije u kućanstvima čini grijanje prostora ( 67%), ali se udio polagano smanjuje od 2000. godine. Na drugom mjestu je grijanje vode sa 13%, zatim električni uređaji sa 11%. Osvjetljenje čini 2% potrošnje.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends for households in the EU, 2014, str.12 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/household/household-eu.pdf> - 2.12.2014.)

Električni uređaji bilježe povećanje udjela u potrošnji iz činjenice da se u domaćinstvima povećao u nazad deset godina njihov broj. Ukupna potrošnja za grijanje je 3% niža u 2009. godini nego 1997. godine ( 7 Mtoe manje). Potrošnja za grijanje vode i kuhanje se nije puno mijenjala. Električni uređaji i rasvjeta bilježe povećanje od 4% ili 12 Mtoe u odnosu na 1997. godinu.

Sve zemlje članice su propisale niz mjera energetske učinkovitosti i toplinskih standarda za nove građevine. Ti standardi direktno i indirektno utječu na smanjenje potrošnje energije za grijanje. Od 1990. godina do danas , ti standardi su bili poboljšavani tri do pet puta u većini zemalja, a kao rezultat, nove građevine sagrađene 2009. godine, trošile su u prosjeku 40% manje energije od građevina sagrađenih 1990. godine. Bolja izolacija pomogla je smanjiti potrošnju energije u kućanstvima, 11% u Irskoj, 16% u Švedskoj, 35% u Danskoj i 50% u Njemačkoj i Slovačkoj.

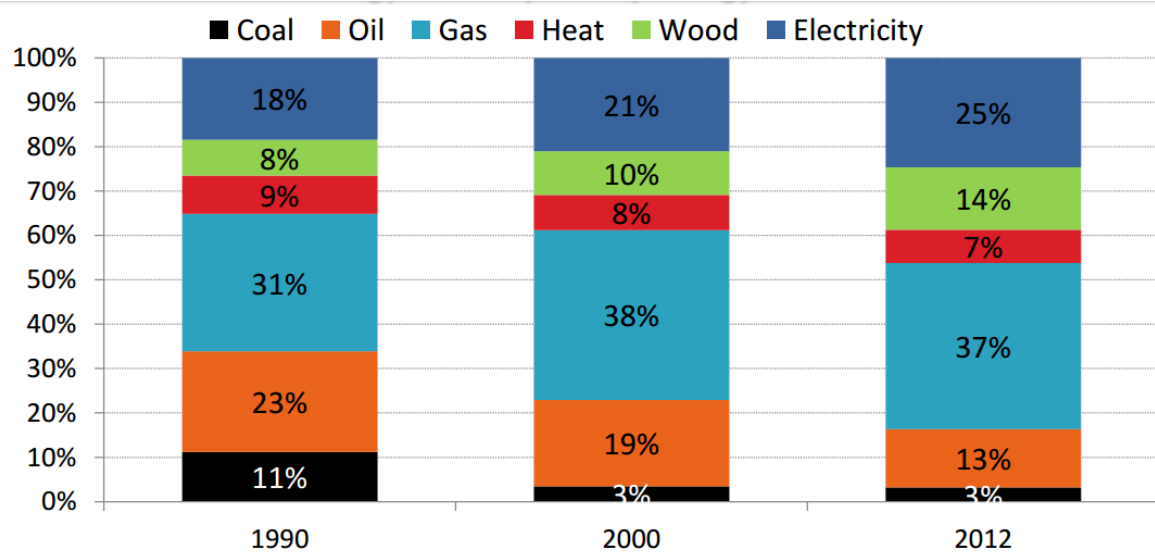
*Slika 9: Emisije ugljičnog dioksida u sektoru zgradarstva u EU*



Izvor : MZOPUG (2005) : Vodič kroz energetske efikasnu gradnju, Zagreb, siječanj 2005., str. 6

Slika prikazuje emisije CO<sub>2</sub> u 1990. godini i u 2002. godini. Vidimo da se u periodu od 12 godina emisija CO<sub>2</sub> povećala za 15 milijuna tona. U 2002. godini emisije su iznosile 725 Mt, odnosno za više nego duplo od emisija koje je moguće dostići u budućem periodu.

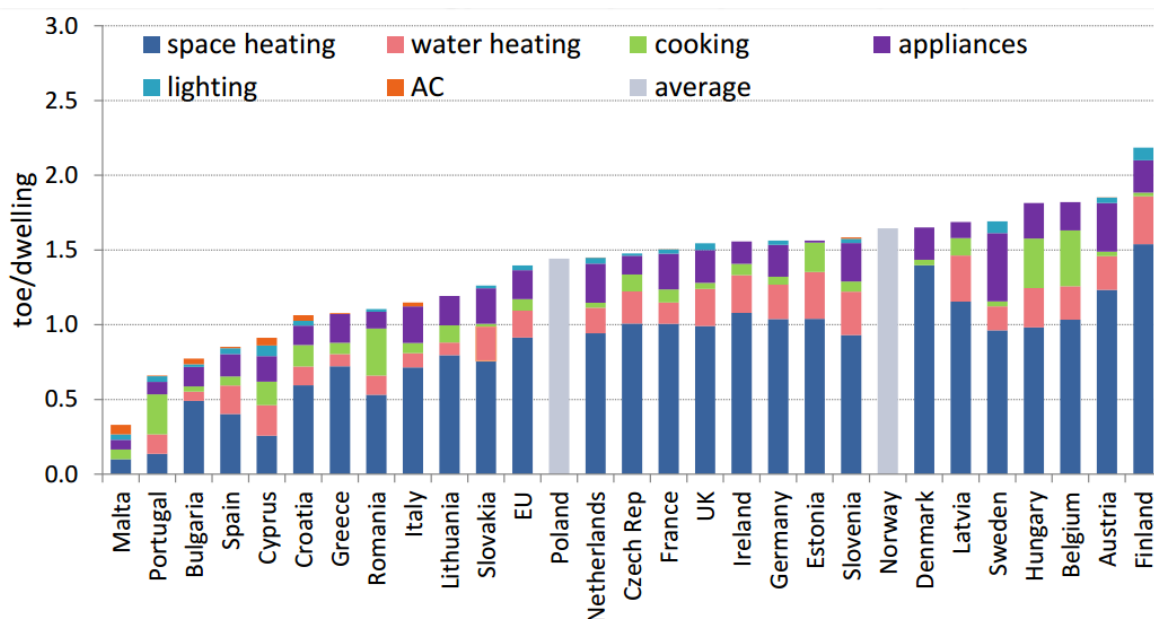
Slika 10: Prikaz potrošnje energenata u kućanstvima u EU od 1990. do 2012. godine prema vrsti energenata



Izvor: Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends for households in the EU, 2014, str.6 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/household/household-eu.pdf> - 2.12.2014.)

Slika broj 10 prikazuje udio pojedinih vrsta energenata u ukupnoj potrošnji u kućanstvima u vremenskom periodu od 1990. godine do 2012. godine. Iz slike je vidljivo kako je udio energije proizvedene pomoću ugljena smanjio sa 11% na 3%, te udio energije dobiven iz loživog ulja se smanjio sa 23% u 1990. godini na 13% u 2012. godini. Udio energije proizvedene pomoću prirodnog plina se povećao sa 31% na 37%. Uporaba električne energije se povećala sa 18% na 25%, potrošnja drva se povećala sa 8% na 14 %.

Slika 11: Pregled potrošnje energije u kućanstvima za zemlje članice EU, 2012. godina



Izvor: Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends for households in the EU, 2014, str.13 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/household/household-eu.pdf> - 2.12.2014..)

Na slici broj 11 su prikazane potrošnje energije u kućanstvima za zemlje Europske unije. Po potrošnji energije u kućanstvu prednjače Finska i Austrija, a najmanju potrošnju u kućanstvima ima Malta i Portugal. Vidimo da najveći udio potrošnje otpada na grijanje prostora i grijanje vode. Hrvatska je 6. po redu i ima manju potrošnju energije u kućanstvima od prosjeka Europske unije.

Iz slike je vidljivo da na grijanje prostora otpada najveća potrošnja energije, no vidimo da postoji napredak u smanjenju potrošnje energije za grijanje. Udio energije za grijanje u kućanstvima se smanjio sa 71% u 2000. godini, na 67% u 2012. godini. Na grijanje tople vode otpadalo je u 2012. godini 13 % potrošnje energije. Vidimo da je u razdoblju od 2000. godine do 2012. godine udio potrošnje električnih uređaja u kućanstvu povećan na 11%. Razlog je povećanje broja kućanskih aparata u kućanstvu.

### 3.4. FINANCIRANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U EU

Energetska učinkovitost se može financirati na više načina. To mogu biti vlastita sredstva, preko kredita ili ugovorom o energetske usluzama. Najčešći oblik financiranja je putem bankarskih kredita, ali za razliku od klasičnih kredita, rizik je podijeljen među sudionicima u projektu. To može uključivati izvođače radova, dobavljače opreme, opskrbljivače energije i dr. Nacionalne, regionalne i lokalne vlasti često potiču ulaganja u poboljšanja energetske učinkovitosti različitim oblicima kao što su subvencije, povoljni zajmovi, porezne olakšice i izuzeća. Programi subvencija kao što su sufinanciranje investicije ili subvencioniranje kamatne stope povećavaju financijsku stopu povrata investicija. Najviše se koriste za poticanje energetske učinkovitih obnova postojećih zgrada te za korištenje obnovljivih izvora energije (OIE). Rašireno je i revolving financiranje u kojem se nude zajmovi koji se otplaćuju kroz uštedu, a otplaćeni zajmovi se koriste dalje za financiranje drugih projekata energetske učinkovitosti. Fiskalne mjere mogu isto tako biti učinkovit alat za poticanje energetske učinkovitosti kroz porezne olakšice, oslobođenja i izuzeća. Za kućanstva se koriste različite varijante i kombinacije financiranja, a mogu biti: <sup>28</sup>

- Financiranje dobavljača opreme, gdje leasing predstavlja najčešći financijski oblik financiranja proizvođača opreme
- Energetska hipoteka (podrazumijeva financiranje hipotekom na kuću/stan, pri čemu se uzima u obzir da povećanje energetske učinkovitosti povećava vrijednost kuće/stana. Vezana je uz nekretninu, a ne njezina vlasnika, čime se omogućavaju investicije s dužim rokom povrata)
- Financiranje kroz račun za električnu energiju – integrirana otplata kredita za poboljšanje energetske učinkovitosti u mjesečnom računu
- Financiranje kroz posebne bankovne kreditne linije namijenjene poboljšanju energetske učinkovitosti u kućanstvima (preko EBRD)
- Zajednička nabava opreme za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada (engl. Pooled procurement)
- Zeleni krediti

---

<sup>28</sup> Boromisa A.M., Bukarica V., Pavičić Kaselj A., Landeka J., Robić S. (2011): Financiranje provedbe mjera energetske učinkovitosti u kućanstvima, CENEP, Zagreb, rujan 2011., str 12 ([http://admin.cenep.net/hr/o\\_projektu/dokumenti](http://admin.cenep.net/hr/o_projektu/dokumenti) 4.12.2014.)

### 3.5. ENERGETSKA UČINKOVITOST I LEGISLATIVA RH

U Hrvatskoj se problemu energetske učinkovitosti pristupa posvećenije tek posljednjih nekoliko godina. Po ukupnoj potrošnji energije, Hrvatska se nalazi u sredini, odnosno učinkovitost je bolja od drugih zemalja u regiji, ali znatno zaostajemo za zapadnoeuropskim zemljama.<sup>29</sup>

Energetska učinkovitost zadnjih godina ima važnu ulogu u Hrvatskoj energetske politici kao i u politici EU, a ulaskom u EU energetska učinkovitost se sve više promiče, no još uvijek nedostaju željeni rezultati u pogledu postignutih ušteda energije i poboljšanja energetske učinkovitosti.

Politika energetske odgovornosti i učinkovitosti u nadležnosti je Ministarstva gospodarstva u suradnji s Ministarstvom zaštite okoliša, graditeljstva i prostornog uređenja, te fonda za energetske učinkovitost i zaštitu okoliša. Politika energetske učinkovitosti se provodi putem energetske programe, strategije energetske razvitka i usvajanjem energetske zakonodavstva.

U okvirima zakonodavstva važno je istaknuti zakon o energiji iz 2001. godine gdje se po prvi puta spominje potreba za učinkovitim korištenjem energije, te zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji iz 2008. godine.

U „strategiji energetske razvoja Republike Hrvatske“ iz 2002. godine energetska učinkovitost je definirana kao jedan od šest jednako važnih strateških ciljeva Hrvatske.

U 2008. godini donesen je Nacionalni program energetske učinkovitosti za razdoblje 2008 – 2016<sup>30</sup>, te je bio prihvaćen kao glavni strateški dokument. Revidiran je u listopadu 2009. godine i nakon toga opet u ožujku 2010. godine.

Nova „Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske“ donesena je u 2009. godini, a cilj je poboljšanje opće energetske učinkovitosti proizvodnje energije, središnjeg sustava pretvorbe, prijenosa, kao i neposredne potrošnje energije. Strategija se donosi za razdoblje do 2020. godine, što je u skladu s ciljevima i vremenskim okvirom strateških dokumenata Europske unije. Zakon

---

<sup>29</sup> FZOEU (2008): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj – Gospodarenje energijom u gradovima, Zagreb, 2008., str. 13 (<http://www.enu.fzoeu.hr/assets/files/post/378/list/gospodarenjeGradovi.pdf> - 5.12.2014.)

<sup>30</sup> MGRP (2008): Nacionalni program energetske učinkovitosti 2008. - 2016., Zagreb, rujan 2008. str.2 (<http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Nacionalni%20program%20energetske%20u%C4%8Dinkovosti%202008.%20-%202010..pdf> - 5.12.2014.)

o prostornom uređenju i gradnji ( NN 76/07) propisuje uštede energije i toplinsku zaštitu kao bitan zahtjev za građevinu.

„ Master plan energetske učinkovitosti za Hrvatsku“ donesen je u 2010. godini „. Uskoro je uslijedio i „Prvi akcijski plan nacionalne energetske učinkovitosti“.

„Drugi akcijski plan nacionalne energetske učinkovitosti“ izrađen je u 2011. godini. Osim u području energetske učinkovitosti, njime su obuhvaćene i vrlo bitne mjere za ostvarenje ciljeva povećanja udjela obnovljivih izvora energije.

U 3. Nacionalnom akcijskom planu energetske učinkovitosti, koji je usvojen u 2014. godini prikazan je, kako zahtjeva Direktiva 2012/27/EU o energetske učinkovitosti (EED) i cilj koji je izražen kao apsolutni iznos neposredne potrošnje energije u 2020. godini. To uključuje obavezno energetske certificiranje zgrada i provođenje energetske pregleda objekata, tehničke zahtjeve za građevinske objekte, uzimajući u obzir toplinsku zaštitu, obavezno energijsko označavanje kućanskih aparata i proizvoda povezanih sa energijom. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost osigurava financijsku potporu inicijativama energetske učinkovitosti.<sup>31</sup>

Trenutno su gotovo sve direktive Europske Unije prenesene u hrvatsko zakonodavstvo, uključujući Direktivu o energetske svojstvima zgrada 2010/31/EC i krajnju učinkovitost korištenja energije i energetske usluga 2006/32/EC.

Rezultat je intenzitet ukupne potrošnje primarne energije u Hrvatskoj za 20,1% i bruto intenzitet potrošnje energije za 19,3% veći od prosjeka država EU-15. To predstavlja opterećenje i za nacionalno gospodarstvo i za okoliš. Procjenjuje se da se gubi oko 1 % bruto domaćeg proizvoda radi niske energetske učinkovitosti. Hrvatski nacionalni cilj uštede energije do 2016. godine iznosi 9% od utvrđene prosječne finalne potrošnje energije. Prosječna finalna potrošnja energije u RH tijekom petogodišnjeg razdoblja od 2001. do 2005. godine iznosila je 219,72 PJ, što znači da Država mora osigurati energetske uštede od najmanje 19,77 PJ. U prosjeku država mora osigurati godišnje smanjenje potrošnje energije od 1%. Kako bi osigurala ostvarenje cilja uštede energije. Država provodi politiku energetske učinkovitosti u zgradarstvu, u okviru koje utvrđuje specifične obveznike provođenja energetske pregleda, energetske certificiranja zgrada i gospodarenja energijom.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> MINGO (2014): Treći nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti RH 2014.-2016., Zagreb 2014., str 6. ([http://www.mingo.hr/public/3%20Nacionalni\\_akcijski\\_plan.pdf](http://www.mingo.hr/public/3%20Nacionalni_akcijski_plan.pdf) – 6.12.2012.)

<sup>32</sup> Op.cit.pod.30, str 8

Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja je donijelo u siječnju 2014. godine „Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014.do 2020. godine.“ Želi se postići poticanje investicija u iznosu od 207,5 milijuna kuna uz udio državnih poticaja od 4%. Želi se postići i ušteda od 56 GWh u godišnjoj potrošnji energije, odnosno 3% od ukupnog cilja za razdoblje 2014.-2016. godine. Želi se smanjiti emisija Co2 na 14 500 tona godišnje, osigurati zaposlenje za 700 ljudi, smanjiti energetska siromaštvo i poboljšati uvjeti stanovanja.<sup>33</sup>

### 3.6. ENERGETSKA UČINKOVITOST U HRVATSKOJ

Prosječan rast BDP-a u Hrvatskoj za period od 1995. godine do 2010. godine iznosio je 2.8%. Najveći rast je zabilježen u periodu od 2000. godine do 2005. godine, a iznosio je 4,5% na godišnjoj razini. U periodu od 2008. godine do 2010. godine BDP bilježi pad od 4.2%. Industrijska aktivnost u obliku dodane vrijednosti je u prvom periodu rasla po stopi od 2.7%, u drugom periodu po stopi od 5%, a u trećem periodu industrijska proizvodnja bilježi pad od 7.7%. Dodana vrijednost u poljoprivredi i ribarstvu je rasla po stopi od 1.4%, a prosječna godišnja stopa rasta u tercijarnom sektoru iznosila je 3%. privatna potrošnja je rasla po stopi od 2.6%. Od 2008. godine dodana vrijednost u tercijarnom sektoru i privatnoj potrošnji bilježi pad po stopi od 2.9% i 4.3%.<sup>34</sup>

Prema podacima Instituta Hrvoje Požar ,ukupna potrošnja energije je rasla godišnje po stopi od 1.6% u razdoblju od 1995.-2010. godine. U periodu od 2000. do 2005. godine stopa rasta potrošnje energije iznosila je 2.8%, a nakon 2008. godine ukupna potrošnja je padala po stopi od 3% godišnje. Najveći porast potrošnje bio je za ugljen i koks (9.2% godišnje) i vodu po stopi od 3.2%. potrošnja prirodnog plina je rasla po stopi od 2.1% godišnje. Porast potrošnje drva za ogrjev i biomase iznosi 1.3% godišnje, a tekućih goriva 0.2% godišnje. Zabilježen je porast potrošnje električne energije iz vjetra (86.7% godišnje ) i iz drugih obnovljivih izvora po stopi od 29.5% godišnje. Ukupna potrošnja energije je u periodu porasla za 2,2 %.

Potrošnja tekućih goriva je 2009. godine iznosila 960 kg ekvivalenata nafte po stanovniku, dok je 2012. godine iznosila 752 kg po stanovniku, što je 28,3% manje od prosjeka Europske unije. Prirodni plin sudjeluje u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj s 27,8% (2.971,7 milijuna m<sup>3</sup>

---

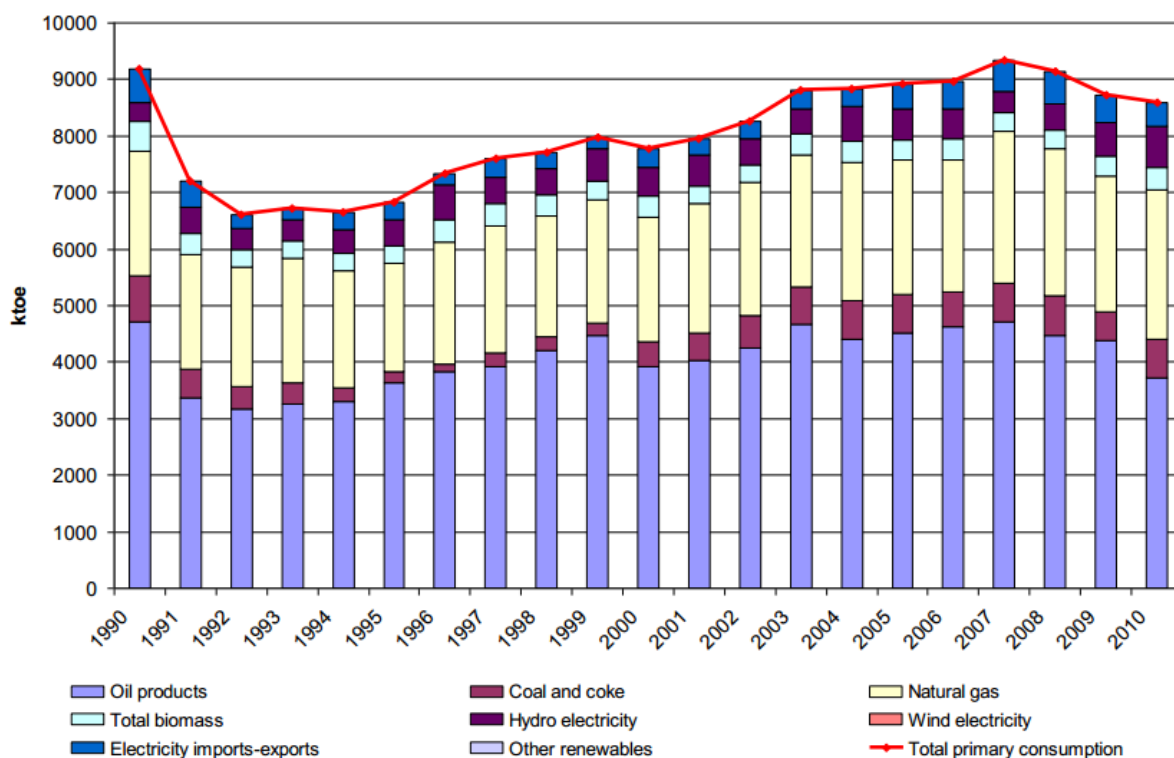
<sup>33</sup> MGIPU(2014.): Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014.do 2020., Zagreb, siječanj 2014. , str.2 ([http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program\\_EO\\_OBITELJSKE\\_KUCE.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program_EO_OBITELJSKE_KUCE.pdf) - 10.12.2014.)

<sup>34</sup> EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012,str.3 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)



2012.) a njegova potrošnja tijekom godina varira. Tako je najveća potrošnja zabilježena 2007. godine (3.306,7 milijuna m<sup>3</sup>), dok se 2012. bilježi smanjenje u odnosu na prethodnu godinu za 6,1%. Drugi oblici energije u 2012. godini (ugljen i koks, drvo i biomasa, ostali obnovljivi izvori energije, toplinska i električna energija) u odnosu na 2003. bilježe porast. Iako udjelom u ukupnoj potrošnji energije vrlo malen (1,56%), ostali obnovljivi izvori energije bilježe najveći porast od 0,24 PJ 2006. godine na 5,72 PJ 2012. godine. Porast udjela potrošnje energije iz ostalih obnovljivih izvora u odnosu na ukupnu potrošnju energije smanjuje utjecaj energetske potrošnje na okoliš (smanjenje potrošnje resursa i onečišćavanja okoliša). Udio svih obnovljivih izvora, uključujući vodne snage, biomasu i toplinsku energiju u ukupnoj potrošnji energije u 2012. iznosio je 20,2%.\* Slika broj 12 prikazuje ukupnu potrošnju energije u Hrvatskoj u periodu od 1990. godine do 2010. godine.

Slika 12: Potrošnja energije u Hrvatskoj 1990.-2010. godine



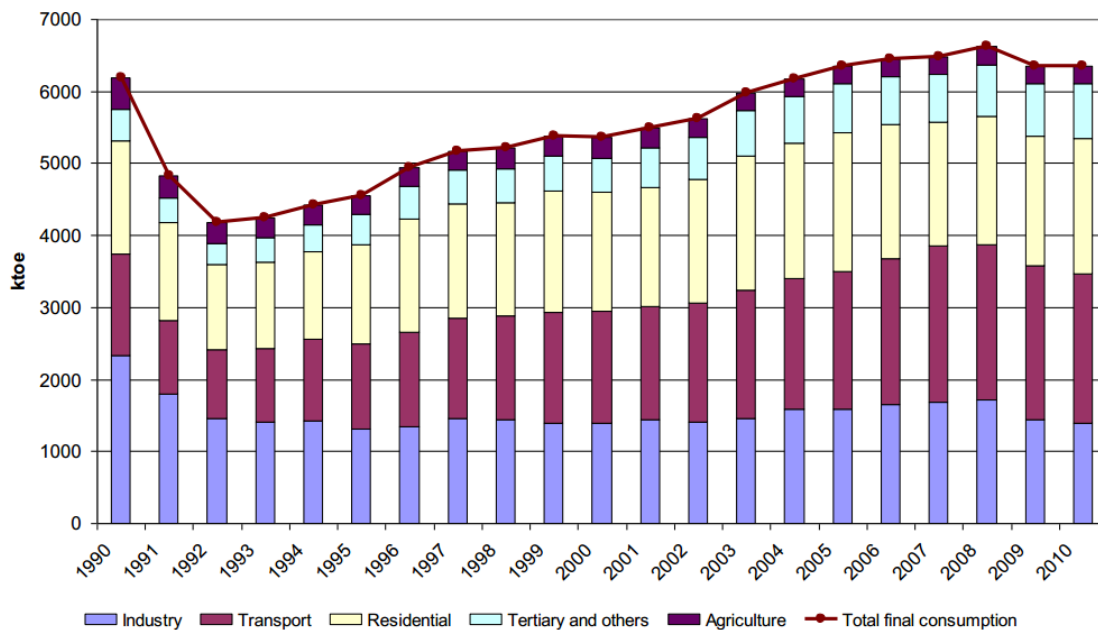
Izvor: EIHP(2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012, str.6 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)

\*AZZO(2014): Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj, 2014., Zagreb, srpanj 2014., str. 2,

(<https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/2014/185%20sjednica//185%20-%202011.pdf> – 11.3.2015.)

Najviše razina potrošnje bila je u 1990. godini, odnosno prije rata u Hrvatskoj koji je započeo 1991. godine. Vidimo pad potrošnje energije u periodu nakon 1990. godine, a zatim stagnaciju u razini potrošnje sve do 1995. godine. Od 1995. godine do 2007. godine potrošnja energije je bila u stalnom porastu. Nakon 2008. godine i financijske krize vidimo opet smanjenje potrošnje od 3 posto godišnje. Najveći udio u Hrvatskoj ima energija dobivena iz nafte i ulja i nakon toga iz prirodnog plina. Vidimo da su obnovljivi izvori energije zastupljeni u zanemarivim udjelima.

Slika 13: Potrošnja energije u Hrvatskoj po sektorima 1990.- 2010.



Izvor: EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012, str.8 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)

Sektor transporta ima udio od 32,6% u ukupnoj potrošnji energije. Sektor usluga bilježi porast u potrošnji energije i ima udio od 11,9%. Sektor kućanstva bilježi potrošnju od 29,7%, industrija 21,99%, a poljoprivreda 3,9% i ova tri sektora bilježe ukupno smanjenje potrošnje na baznu 1995. godinu.

Prosječno kućanstvo u Hrvatskoj troši godišnje oko 15 MWh energije, a u Europskoj unije prosječno kućanstvo troši oko 18 MWh energije. Razlog niže potrošnje je činjenica da prosječno europsko kućanstvo posjeduje veći broj uređaja u domaćinstvu. No prosječna potrošnja energije po kućanstvu u EU opada, a u Hrvatskoj bilježi porast po godišnjoj stopi od 1,6%. Porast potrošnje energije u hrvatskim kućanstvima je usporen zbog gospodarske krize, no u budućnosti se može očekivati porast i dostizanje prosjeka EU. Potrošnja električne energije

po kućanstvu u Hrvatskoj iznosi 4,5MWh i veća je od prosjeka EU i čini skoro 1/3 ukupne potrošnje energije. Razlog tome je što još uvijek veliki broj kućanstava u Hrvatskoj koristi električnu energiju za zadovoljavanje toplinskih potreba.<sup>35</sup>

Nedovoljna razina svijesti, znanja i informacija o energetske učinkovitosti karakteristika je tranzicijskih zemalja s nedovoljno razvijenim tržištem energetske učinkovitosti. U Hrvatskoj je po ovom pitanju napravljen velik pomak provedbom nacionalne informativno-edukacijske kampanje o energetske učinkovitosti te je potražnja za energetske učinkovitim proizvodima i uslugama u porastu. Prema provedenim istraživanjima tržišta broj građana koji vjeruju da mogu smanjiti svoju potrošnju energije provedbom mjera energetske učinkovitosti povećao se 27,9 posto u 2007. godini na 47,7 posto u 2010. godini. Broj građana upoznatih s energetske učinkovitim proizvodima na tržištu povećao se s 33,4% na 43,9%.

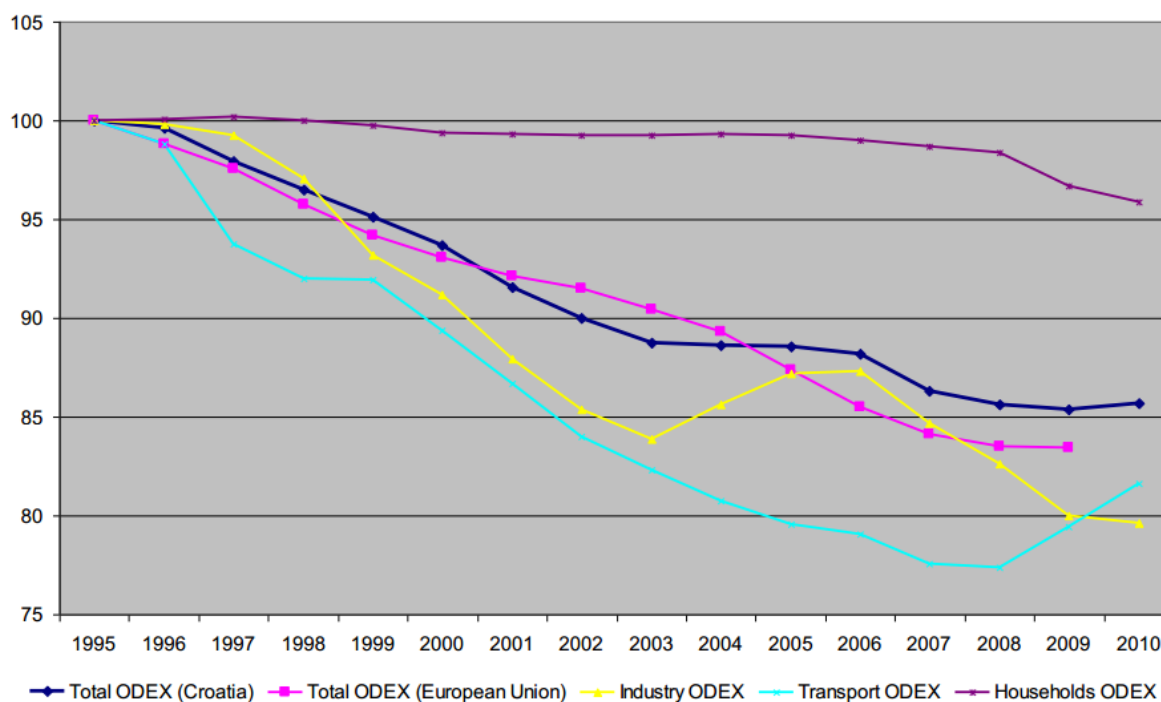
U periodu od 1995. godine do 2010. godine, ODEX indeks energetske efikasnosti za cijelo gospodarstvo se smanjio za 14.3%, a usporedbe radi, prosjek EU-27 iznosio je smanjenje od 16.5% za period od 1995.-2009. godine. 1995. godina uzeta kao početno stanje i indeks iznosi 100. Postoji napredak u energetske učinkovitosti Hrvatske industrije u periodu od 1995. do 2010. godine za 20,4%, odnosno poboljšanje energetske učinkovitosti po stopi od 1.5% godišnje. Ukupna izračunata kumulativna ušteda energije za industriju koristeći ODEX indeks iznosi 3.13 Mtoe, a za sektor kućanstva i transporta 8,3 Mtoe.<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup> Op.cit.pod., str.3

<sup>36</sup> Op.cit.pod 34, str.35

Slika 14: ODEX indeks za Hrvatsku



Izvor: EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012, str.36 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)

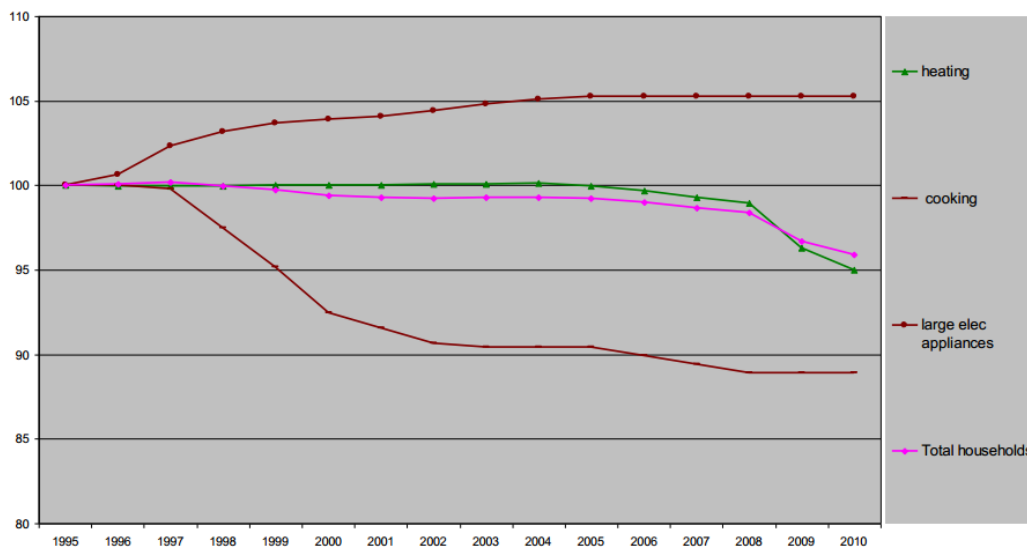
U periodu od 1995. godine do 2010. godine, ODEX indeks za transport se smanjio za 19.2%, a razlog tome je smanjenje ODEX indeksa za osobna vozila za 16% zbog povećanja prodaje vozila po stopi od 4.7% godišnje. Index za kućanstva se poboljšao u to periodu za 4% u Hrvatskoj, a na razini EU-27 on je iznosio 9%.<sup>37</sup> Kretanje ODEX indeksa na razini EU ukazuje na poboljšanje energetske učinkovitosti, pogotovo što se tiče grijanja prostora. U Hrvatskoj, iako bilježimo pad ODEX indeksa u kućanstvima, on nije toliko snažan kao u EU. U segmentu potrošnje električne energije vidljivo je da je povećanje indeksa posljedica sve većeg broja uređaja u kućanstvima koji rezultiraju sve veću potrošnju energije. Energetska učinkovitost u sektoru kućanstava poboljšana je u razdoblju 1995. do 2010. godine za 4%. Poboljšanje ODEX indeksa energetske učinkovitosti za grijanje prostora i korištenje velikih električnih uređaja iznosilo je 5%.<sup>38</sup>

<sup>37</sup> Op.cit.pod.34, str.36

<sup>38</sup> ODYSSEE-MURE (2012): Profil energetske učinkovitosti: Hrvatska, rujan 2012.str.1 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/profiles/hrvatska-efficiency-trends.pdf> - 15.12.2012.)

U periodu od 1995. godine do 2010. godine, ukupna potrošnja energije u hrvatskim kućanstvima je porasla sa 1374 ktoe na 1889 ktoe. To je rezultat makroekonomskog rasta i povećanja ekonomske aktivnosti u periodu do 2008. godine. Od 1995. godine pa do 2008. godine, sektor kućanstva karakterizira porast životnog standarda kroz gradnju novih stanova i masovnom kupnjom kućanskih uređaja. Prosječna potrošnja energije po kućanstvu je rasla u periodu od 1995- godine do 2010. godine po stopi od 1.88% godišnje, potrošnja energije za grijanje prostora po stopi od 2.75% godišnje. Prosječna godišnja potrošnja električne energije u kućanstvima je rasla po stopi od 3,22% godišnje, a razlog tome je povećanje broja kućanskih aparata, rasvjete i klima uređaja.<sup>39</sup>

Slika 15: „ ODEX indeks za sektor kućanstva “



Izvor: EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012, str.38

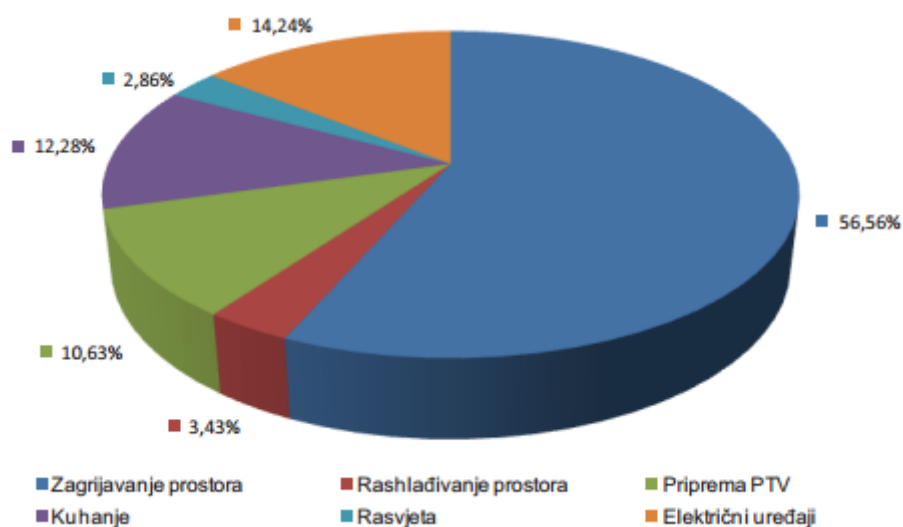
(<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 12.12.2014)

U Hrvatskoj se korisna površina stambenog fonda procjenjuje na oko 150 milijuna m<sup>2</sup>. Obiteljske i dvojne kuće čine 65%, a više stambene zgrade 35% ukupnog fonda. Prema podacima iz 2011. godine, kućanstva u neposrednoj potrošnji energije sudjeluju s 31%. Za grijanje, hlađenje i pripremu tople vode se u prosječnom hrvatskom kućanstvu koristi 70% energije. Energija za grijanje se najvećim dijelom osigurava iz ogrjevnog drva (45%), zatim prirodnog plina ( 25%), električne energije (13%) i loživog ulja (9%). Broj nastanjenih obiteljskih kuća je porastao za skoro 9% u odnosu na 2001. godinu. Najveći broj kuća izgrađen je u periodu prije 1987. godine kada su uvedene odgovarajuće toplinske norme.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Ibidem 34.,str.25

<sup>40</sup> Op.cit.pod. 33, str.17.

Slika 16: Potrošnja energije u kućanstvima po namjeni za 2010. godinu



Izvor: MGIPU(2014.): Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014.do 2020., Zagreb, siječanj 2014. , str.18 ([http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program EO OBITELJSKE KUCE.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program_EO_OBITELJSKE_KUCE.pdf) - 10.12.2014.)

Vidljivo je kako dvije trećine potrošnje energije u kućanstvu otpada na grijanje i toplu vodu. Prosječno kućanstvo za zagrijavanje prostora troši 56,56% energije, a za toplu vodu 10,63%. Na električne uređaje otpada 14,24% potrošnje energije, a na kuhanje 12,28%. Za rashlađivanje prostora troši se 3,43 % ukupne energije, a za rasvjetu 2,86% energije.<sup>41</sup>

Slika 17: Prikaz procijenjene godišnje ukupne energije potrebne za grijanje obiteljskih kuća u Hrvatskoj

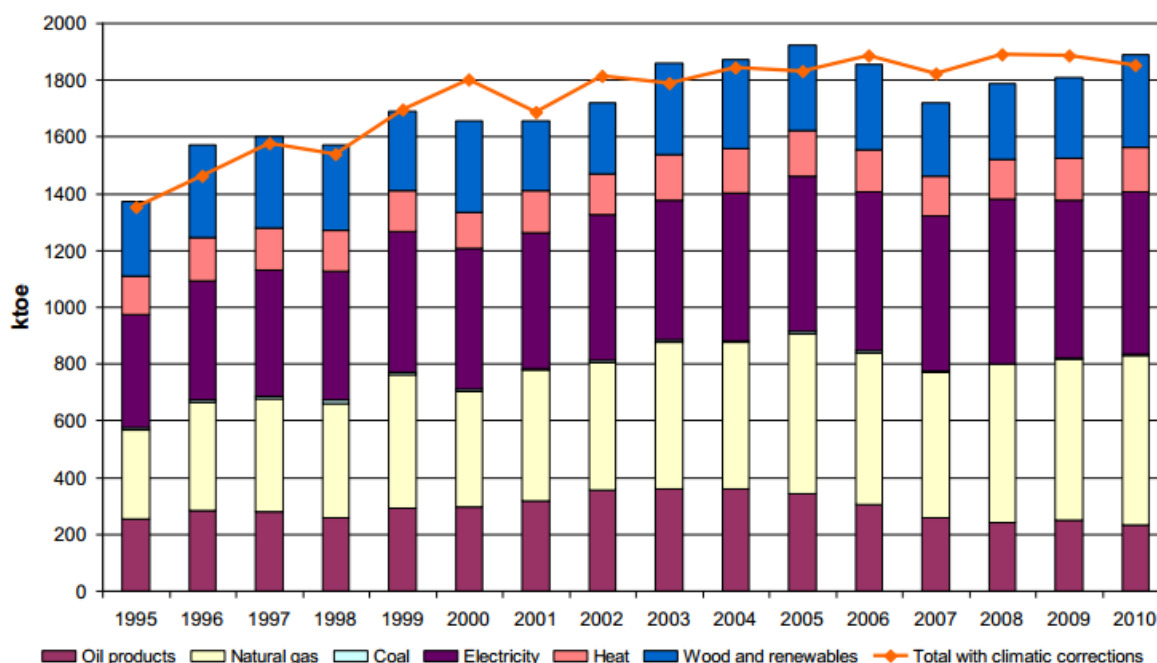
Tip i klima God. izgradnje	obiteljska kuća Kontinentalna Hrvatska (u kWh/m <sup>2</sup> )	obiteljska kuća Primorska Hrvatska (u kWh/m <sup>2</sup> )
-1945	300	141
1945-1970	320	150
1970-1980	304	143
1980-1990	288	135
1990-2006	240	113
2007-2008	144	68
2009-2010	112	53

Izvor: MGIPU(2014.): Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014.do 2020., Zagreb, siječanj 2014. , str.12 ([http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program EO OBITELJSKE KUCE.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program_EO_OBITELJSKE_KUCE.pdf) - 10.12.2014.)

<sup>41</sup> <sup>41</sup> Op.cit.pod.33., str.18

Slika 17 prikazuje procijenjene jedinične godišnje ukupne energije za grijanje obiteljskih kuća prema podneblju, godini i vrsti izgradnje. Vidimo kako kuće građene do 1970. godine troše i do preko tri puta više energije od kuća građanih nakon 2009. godine. Za razdoblje do 1970. godine, potrošnja energije obiteljskih kuća u kontinentalnom dijelu zemlje je bila na razini od oko 300 do 320 kWh/m<sup>2</sup> godine. S druge strane, u posljednjem razdoblju, od 2009. – 2010. godine, potrošnja obiteljskih kuća u kontinentalnom dijelu zemlje je bila na razini od oko 100 kWh/m<sup>2</sup> godišnje. Istovremeno, navedene potrošnje su bile približno dvostruko manje u primorskom dijelu zemlje.

Slika 18: Potrošnja energije u hrvatskim kućanstvima u periodu od 1995. – 2010. godine



Izvor: EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012, str. 23 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)

Iz slike 18 je vidljivo kako je prema vrsti energenata u hrvatskim kućanstvima najviše zastupljen zemni plin i električna energija. Vidimo da se udio potrošnje loživog ulja smanjio u odnosu na 1995. godinu. Udio obnovljivih izvora energije i drveta u potrošnji je u porastu.

Sadašnje stanje razine korištenja energije za grijanje u stambenom fondu Republike Hrvatske, baziran na statističkim podacima i procijenjenim jediničnim godišnjim ukupnim energijama za

grijanje po jediničnoj korisnoj površini stana ( u kWh/m<sup>2</sup> godišnje). Godišnja neposredna potrošnja energije za grijanje iznosi 81,77 PJ.<sup>42</sup>

Slika 19: Godišnja neposredna potrošnja energije za grijanje obiteljske kuće

Tip, klima Godina izgradnje	Obiteljske kuće Kontinentalna Hrvatska	Obiteljske kuće Primorska Hrvatska	Hrvatska ukupno
	PJ / god		
-1945	7,98	3,48	
1945 - 1970	19,8	3,90	
1970 - 1980	15,5	3,74	
1980 - 1990	11,8	3,22	
1990 - 2006	8,56	2,10	
2007 - 2008	0,86	0,24	
2009 - 2010	0,46	0,13	
<b>Ukupno</b>			<b>81,77</b>

Izvor: MGIPU(2014.): Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014.do 2020., Zagreb, siječanj 2014. , str.19 ([http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program\\_EO\\_OBITELJSKE\\_KUCE.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program_EO_OBITELJSKE_KUCE.pdf) - 10.12.2014.)

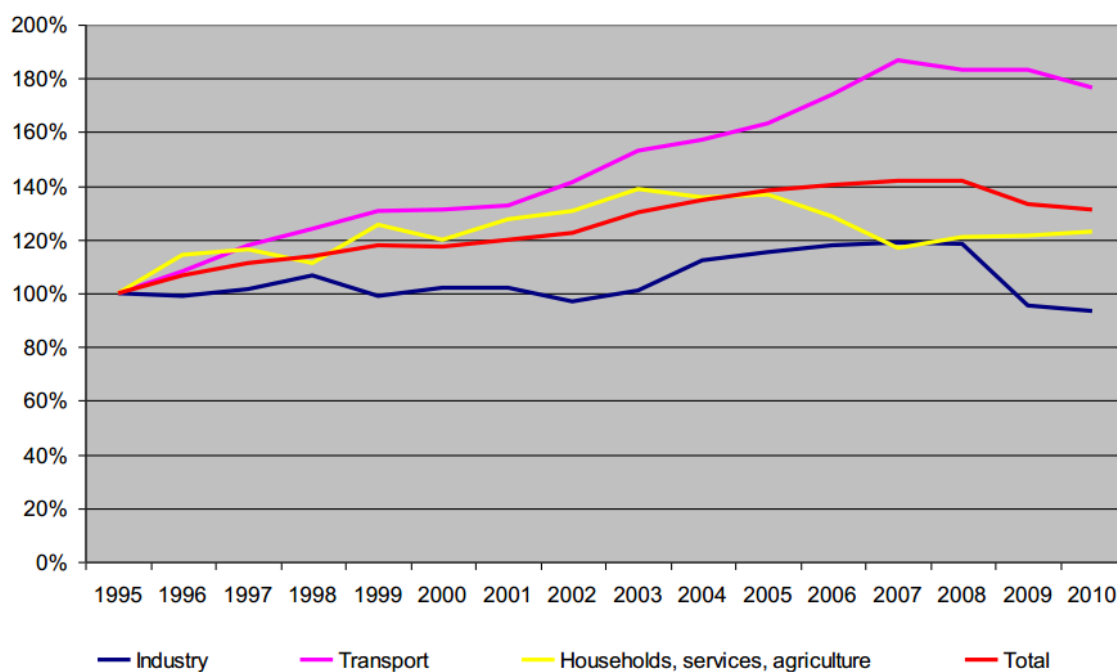
Slika broj 20 prikazuje indeks emisija CO<sub>2</sub> za pojedine sektore u Hrvatskoj u razdoblju od 1995. godine do 2010. godine. Ukupne emisije CO<sub>2</sub> veće su u 2010. godini za 31% u odnosu na 1995. godinu. Najveće povećanje emisija CO<sub>2</sub> bilježi sektor transporta, odnosno povećanje za 77 posto, a nakon toga u sektor kućanstava i poljoprivrede za 23%. Sa druge strane, razina ukupne emisije CO<sub>2</sub> industrije , je pala za 6% u odnosu na 1995. godinu.<sup>43</sup> Razlog tomu je drastično povećanje broja vozila na cestama u periodu od 1995. godine do 2010. godine, povećanje broja stanova i kuća, te pad industrijske proizvodnje nakon 1995. godine zbog pretvorbe i privatizacije te zatvaranja brojnih postrojenja.

<sup>42</sup> Op.cit.pod 33., str.19.

<sup>43</sup> Op.cit.pod 34, str.39.



Slika 20: Indeks emisija CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj od 1995. godine do 2010. godine



Izvor: EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012, str.39 (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)

## 4. ENERGETSKA UČINKOVITOST I ODRŽIVA GRADNJA

Ranije smo rekli da je održivi razvoj, razvoj koji zadovoljava današnje potrebe bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije ostvare svoje potrebe. Važan dio održivog razvoja se odnosi i na graditeljstvo. Prihvatljiva izgradnja bila bi ona koja bi bila u skladu s odredbama održivog razvoja, odnosno održiva gradnja.

Energetska učinkovitost i održiva gradnja i uz to i primjena obnovljivih izvora energije, danas su prioritet u području gradnje i energetike u Europskoj uniji. Akcijski plan za energetske učinkovitost, direktive i poticaji, zatim obveza energetske certificiranja zgrada, jasno nam daju do znanja da je potrebno što prije smanjiti potrošnju energije u sektoru zgradarstva kao najvećem energetske potrošaču.

Mjere energetske učinkovitosti u zgradarstvu podrazumijevaju cijeli niz područja uštede toplinske i električne energije, sa racionalnom upotrebom fosilnih goriva i upotrebom obnovljivih izvora energije.

Energetski održiva gradnja predstavlja smanjenje energetske potrebe u zgradarstvu bez smanjenja kvalitete građenja i stanovanja. Održiva gradnja smanjuje utjecaj građevinske djelatnosti na okoliš, a temelji se na promicanju građevinskih materijala koji nisu štetni po okoliš, energetske učinkovitosti zgrada i gospodarenju otpadom tijekom čitavog životnog ciklusa građevine od izgradnje do rušenja.<sup>44</sup>

Kvalitetna koncepcija energetske učinkovitog i održivog graditeljstva podrazumijeva istodobno razmatranje mnogih aspekata građenja poput arhitekture, pročelja i funkcije zgrade, konstrukcije, protupožarne zaštite, akustike, izolacije i potrošnje energije i ekološke kvalitete građevine. Osnovne metode kod izrade energetske učinkovite građevine uključuju tri bitna elementa:

- Energetske uštede
- Maksimiziranje korištenja obnovljivih izvora energije
- Korištenje fosilnih goriva na optimalan način u pogledu zaštite okoliša<sup>45</sup>

Potrebna količina energije u kući ili zgradi ovisi o obliku zgrade, orijentaciji, materijalima od kojih je izgrađena, te toplinskoj izolaciji. Poboľšanjem izolacije zgrade, moguće je postići

---

<sup>44</sup> REASH (2008): Brošura održiva gradnja, listopad 2008., str.1.  
(<http://www.regea.org/assets/files/objavilismo/og.pdf> - 15.12.2014.)

<sup>45</sup> MGPU (2014): STUDIJA PRIMJENJIVOSTI ALTERNATIVNIH SUSTAVA: Elementi za izradu Elaborata alternativnih sustava opskrbe energijom, Zagreb, rujan 2014., str.53  
([http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/STUDIJA\\_primjenjivosti\\_AS.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/STUDIJA_primjenjivosti_AS.pdf) - 15.12.2014.)

smanjenje ukupnih gubitaka topline od 40%-80%. Izgradnja kuće po načelima pasivne gradnje maksimizirati će dobitke i gubitke u energetske bilanci.<sup>46</sup>

U kontekstu održivog razvoja održiva gradnja mora osigurati trajnost, kvalitetu oblikovanja i konstrukcija uz financijsku, ekološku i ekonomsku prihvatljivost. Energetski i ekološki održivo graditeljstvo teži prema:

- smanjenju gubitaka topline iz zgrade poboljšanjem toplinske zaštite vanjskih elemenata i povoljnim odnosom oplošja i volumena zgrade
- povećanju toplinskih dobitaka u zgradi povoljnom orijentacijom zgrade i korištenjem Sunčeve energije
- korištenju obnovljivih izvora energije u zgradama (biomasa, sunce, vjetar i dr.)
- povećanju energetske efikasnosti termoenergetskih sustava<sup>47</sup>

Održivoj potrošnji energije treba dati prioritet planiranjem potrošnje, te implementacijom mjera energetske učinkovitosti u sve segmente energetskog sustava neke zemlje.

Suvremene tehnologije, energetski efikasni građevni materijali i elementi, principi pasivne solarne arhitekture i aktivna solarna postrojenja omogućuju ostvarivost izgradnje kuće nulte energetske potrošnje. Nisko energetske i pasivne kuće su temelj primjene održive gradnje tijekom cijelog životnog vijeka počevši od građevinskog materijala čija proizvodnja ne opterećuje okoliš, preko njihove energetske učinkovitosti i racionalnog trošenja energenata tijekom životnog vijeka, pa sve do racionalnog gospodarenja otpadom.

Već u fazi planiranja gradnje potrebno je donijeti određene odluke koje se odnose na nisko energetske potrošnje, primjenu energetski učinkovitog grijanja. Pojavljuje se i sve veća potreba za uvođenjem energetskog menadžmenta u nove zgrade. Već na samom početku potrebno je analizirati lokacijske i klimatske uvjete i u skladu s njima započeti planirati energetski koncept kuće. Dodatno ulaganje u energetske učinkovitost i smanjenje toplinskih gubitaka u novim objektima je višestruko isplativo, no iako je takva gradnja u startu deset do dvadeset posto skuplja, može u konačnici donijeti energetske uštede od 50 do 80 posto.

Postoji više vrsta održive gradnje, kao što su zelena (ekološka) gradnja, koja podrazumijeva gradnju od isključivo prirodnih materijala koji ne uključuju uporabu štetnih kemikalija, dok sa druge strane postoji „konvencionalna“ održiva gradnja koja upotrebljava umjetne materijale u

---

<sup>46</sup> Op.cit.pod.33. , str.22

<sup>47</sup> Borković, Ž.H., HEP TOPLINARSTVO (2007): Energetska učinkovitost u zgradarstvu – vodič za sudionike u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada, Zagreb, svibanj 2007., str 40. (<https://bib.irb.hr/datoteka/350196.brosura.indd.pdf> - 15.12.2014.)

gradnji a glavni joj je cilj energetska učinkovitost, a u tu kategoriju spada uglavnom gradnja nisko energetskih i pasivnih montažnih kuća, te pametnih kuća.

#### 4.2. POTROŠNJA ENERGIJE I ENERGETSKA BILANCA

Zgrade su najveći pojedinačni potrošači energije i imaju dugi životni vijek pa se kao takve ne mogu zanemariti. Prilikom izgradnje objekta potrebno je obratiti pažnju na to kako se troši energija. Energija se troši na dva načina. Prvi je energija koja se troši prilikom proizvodnje građevinskih materijala – utjelovljena energija i energija koja se troši pri korištenju zgrade.

Utjelovljena energija je sva energija potrebna za proizvodnju svih građevinskih materijala za izgradnju nekog objekta zbrojena sa energijom potrebnom za samu gradnju. Neki građevinski materijali kao što je na primjer beton zahtijevaju veliku količinu energije za svoju proizvodnju. Cement se u procesu svoje proizvodnje čak tri puta pali, za što je potrebna velika količina energije i stvaraju se velike količine emisija CO<sub>2</sub>. Isto vrijedi i za izolacijske materijale kao što su kamena i staklena vuna, te materijali kao što su ekspanzirani polistiren. Takvi materijali osim što u proizvodnji zahtijevaju golemu količinu energije, predstavljaju ekološku prijetnju i potrebno je i velika količina energije prilikom reciklaže i odlaganja. Cementare i tvornice kamene vune stvaraju i veliko zagađenje, te ugrožavaju zdravlje lokalnog stanovništva. Treba također uzeti u obzir i transportne troškove materijala i količinu energije potrošene prilikom transporta. Energija koja se potroši prilikom korištenja zgrade u periodu od 25 godina je deseterostruko veća od utjelovljene energije.<sup>48</sup> Cilj održivog graditeljstva je smanjiti sve aspekte potrošnje energije, odnosno koristiti lokalno proizvedene materijale i resurse.

Računi za potrošnju energije predstavljaju značajan udio u mjesečnim izdacima, a uslijed porasta cijene energenata taj udio i raste. Godišnja potrošnja topline ovisi o brojnim čimbenicima, uključujući vrstu i starost građevine, kakvoću izolacije zgrade, kao i navike stanara u smislu potrošnje energije. Potrošnja se može izraziti na različite načine, no najčešće se navodi kao godišnja toplinska potreba grijanja, a mjeri se u kWh/m<sup>2</sup>.

---

<sup>48</sup> Motik B.: Tehnologije za održivi svijet: priručnik za održivo graditeljstvo i gospodarenje otpadnim vodama, EkoSense, ZMAG, Blatuša, srpanj 2009., str.8.  
(<http://www.zmag.hr/admin/public/javascript/fckeditor/editor/ckfinder/userfiles/files/prirucnik%20tehnologije%20za%20odrzivi%20svijet.pdf> – 16.12.2014.)

Potrošnja energije ovisi o karakteristikama zgrada i kuća. To se odnosi na oblik, položaj i materijali koji se koriste za konstrukciju i izolacija koja se koristi na vanjskoj ovojnici. Isto tako ovisi i o sustavima grijanja i hlađenja, broju i kvaliteti električnih uređaja i rasvjeti. Bitan faktor potrošnje energije je i klima i podneblje u kojem se građevina nalazi. Negativni učinci na okoliš su u direktnoj vezi s količinom energije potrebne za grijanje i hlađenje zgrada, kao i funkcijama koje zgrada obavlja.

Potrošnja za grijanje, hlađenje i toplu vodu predstavlja najveći dio energetske potrošnje u zgradi. Nedovoljna toplinska i loša izolacija dovodi do većih toplinskih gubitaka zimi i do pregrijavanja prostora ljeti. Zagrijavanje i hlađenje takvih prostora zahtjeva veću količinu energije, što za posljedicu ima veću cijenu korištenja i održavanja ali i do većeg zagađenja okoliša. Poboljšanjem izolacije moguće je postići smanjenje gubitaka topline.

Osnovni pojmovi za analizu potrošnje energije u građevinama su koeficijent prolaza topline, toplinski gubici i dobici, stupanj-dan grijanja, stupanj korisnog djelovanja i oni su ključni za određivanje energetske bilance.<sup>49</sup>

Stupanj dan grijanja je produkt broja dana grijanja i razlika između prosječne unutarnje i prosječne vanjske temperature. Za Zagreb iznosi 2 892,4, za Split 1 749,3, a za Osijek 3 134,4.<sup>50</sup>

Energetska bilanca podrazumijeva sve energetske dobitke i gubitke. Znači promatra se koliko energije je potrebno da se zadovolji toplinska potreba građevine. Toplinski dobici energije trebaju biti dovoljni za pokrivanje toplinskih gubitaka, kako bi u zgradi bili ugodni uvjeti.

Mora glasiti jednakost energetske dobiti = energetske gubitke

energija sustava za grijanje+ unutarnji toplinski dobici+ toplinski dobici od sunca = transmisijski gubici+ ventilacijski gubici+ gubici sustava grijanja

Energiju koju je potrebno osigurati za zagrijavanje zgrade možemo izraziti formulom:

$$Q_k = Q_{trans} + Q_{vent} - Q_{in} - Q_{sum}$$

Energetska bilanca zgrade glasi:<sup>51</sup>

$$Q + Q_{in} + Q_{sun} = Q_{trans} + Q_{vent} + Q_n$$

---

<sup>49</sup> Op.cit.pod.13 str.16

<sup>50</sup> Op.cit.pod 11., str. 8

<sup>51</sup> Op.cit.pod.pod 13, str.17

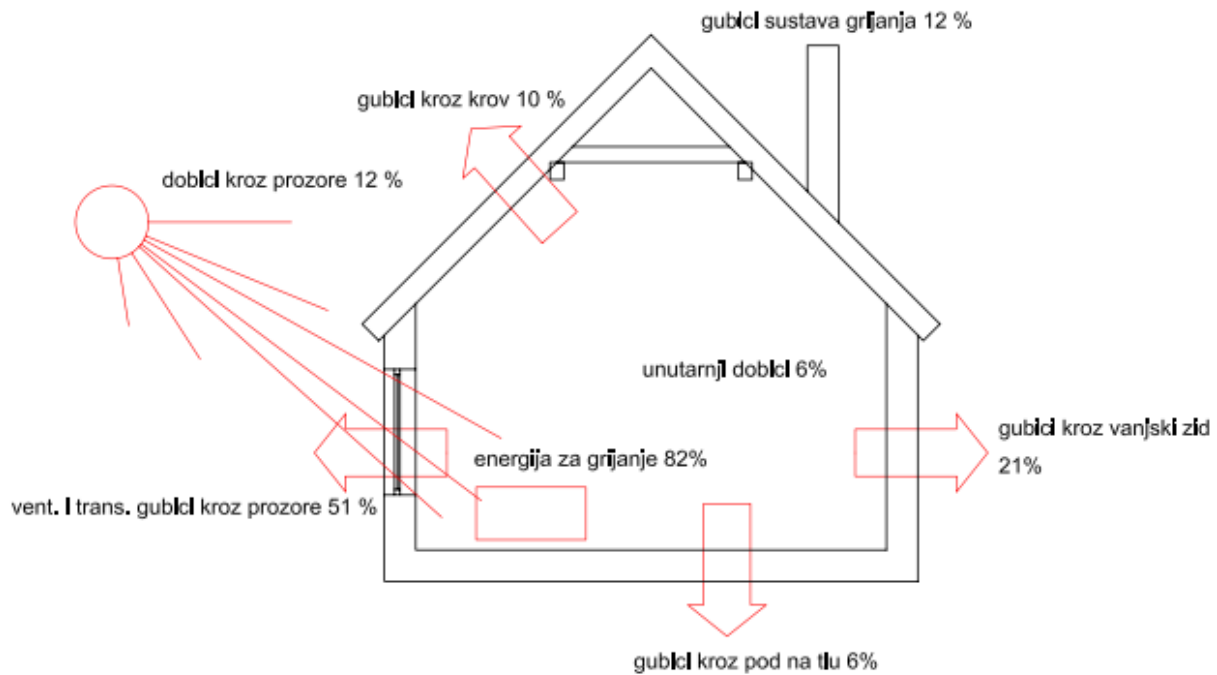
$Q$  predstavlja primarnu energiju goriva koje se koristi za grijanje prostora,  $Q_{in}$  predstavlja unutarnje toplinske dobitke,  $Q_{sun}$  toplinske dobitke od sunca,  $Q_{trans}$  predstavlja transmisijske gubitke,  $Q_{vent}$  ventilacijske gubitke i  $Q_n$  gubitke u sustavu grijanja. Lijeva strana jednadžbe prikazuje toplinske dobitke, a desna strana toplinske gubitke. Primarna energija  $Q$  veća je od korisne energije, jer se goriva koja se koriste za grijanje ne mogu iskoristiti u potpunosti, a i sustavi grijanja imaju svoje gubitke, odnosno  $Q_n$ . Prolaskom toplinske energije kroz ovojnicu zgrade nastaju transmisijski gubici. Oni ovise o konstrukciji i materijalima korištenim za zidove, podove i krovove, prozorima i vratima. Postoje i gubici zbog provjetravanja –  $Q_{vent}$ .

Toplinski dobitci od sunca vrlo su važni za energetske bilancu zgrade, te igraju veliku ulogu u modernoj arhitekturi. Vodi se briga o količini energije dobivene od sunca i zaštita od pretjeranog osunčavanja kako bi se postigli optimalni uvjeti i postigla najefikasnija energetska učinkovitost.

Iza energetske bilance krije se ideja energetske učinkovitosti, odnosno ideja smanjenja potrebne količine energije za sustav grijanja. Mjere energetske učinkovitosti će biti orijentirane prema povećanju toplinskih dobitaka od sunca, smanjenju transmisijskih i ventilacijskih gubitaka (poboljšanje izolacije i energetske učinkovite stolarije), smanjenju gubitaka u sustavu grijanja (energetski učinkoviti kotlovi, izolacija crijevne mreže, automatska regulacija), povećanje udjela obnovljivih izvora energije (sunčevi kolektori za toplu vodu i kao dodatak za sustav grijanja, korištenje biomase).

Izgradnja kuće ili zgrade po načelima pasivne gradnje maksimalno se iskorištavaju svi dobitci i maksimalno se smanjuju svi gubici u energetske bilanci.

Slika 21: Energetska bilanca kuće



Izvor: MZOPUG (2005) : Vodič kroz energetska efikasnu gradnju, Zagreb, siječanj 2005., str. 8

### 4.3. UČINKOVITOST POTROŠNJE ENERGIJE I ENERGETSKI CERTIFIKAT

Kako bi odredili učinkovitost potrošnje energije u zgradi, koristimo se indikatorom energetske učinkovitosti. To je godišnja potrošnja energije po korisnoj jedinici grijane površine. Možemo za to koristiti i naziv energetska broj ili energetska značajka. Energetski broj koristi se za ocjenu učinkovitosti potrošnje energije, praćenje i provedbu mjera energetske učinkovitosti, benchmarking analizu sa drugim objektima iste namjene, ocjenu budućih energetske potreba novih građevina. Energetski broj se označava s  $E$ , te se mjeri u kWh/m<sup>2</sup> na godišnjoj razini.

$$E = \frac{Q}{A_{gr}} \left[ \frac{kWh}{m^2 god} \right]$$

Energetski broj određuje se kao zbroj svih energijskih brojeva pojedinih sustava zgrade, odnosno energijskog broja za grijanje prostora ( $E_{gr}$ ), energijskog broja za pripremu tople vode ( $E_{ptv}$ ), i energijskog broja ostale tehničke opreme kao što je rasvjeta, kućanski uređaji, aparati za kuhanje i drugi ( $E_0$ ). Energetski broj je prema tome:

$$E = E_{gr} + E_{ptv} + E_0$$

Ako je poznata ukupna godišnja potrošnja energije u nekoj zgradi iz svih izvora, lako prema gore navedenoj formuli možemo izračunati energetske broj zgrade.<sup>52</sup>

Energetsko certificiranje zgrade obvezno uključuje energetske pregled zgrade, proračun energetske potrebe zgrade, proračun potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje za referentne klimatske podatke, određivanje energetske razreda zgrade i izradu energetske certifikata. Proračun potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje za referentne klimatske podatke za zgrade provodi se prema režimu korištenja zgrade utvrđenom u Metodologiji.

Stambene i nestambene zgrade svrstavaju se u osam energetske razreda prema energetske ljestvici od A+ do G, s tim da A+ označava energetske najpovoljniji, a G energetske najnepovoljniji razred. Energetske razredi se iskazuju za referentne klimatske podatke. Referentni klimatske podaci prema kojima se određuje energetske razred zgrade određeni su posebno za kontinentalnu i za primorsku Hrvatsku. Primorska Hrvatska uključuje sva mjesta kod kojih je srednja mjesečna temperatura vanjske zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $> 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a Kontinentalna Hrvatska uključuje sva mjesta kod kojih je srednja mjesečna temperatura vanjske zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $\leq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .<sup>53</sup>

Tablica 1: Energetske razredi

ENERGETSKI RAZRED	$Q'_{H,nd,ref}$ – specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke u kWh/(m <sup>2</sup> a)
A+	$\leq 15$
A	$\leq 25$
B	$\leq 50$
C	$\leq 100$
D	$\leq 150$
E	$\leq 200$
F	$\leq 250$
G	$> 250$

Izvor: Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju-Narodne Novine 17.04.2014. ([http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_04\\_48\\_929.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_48_929.html) - 16.12.2014.)

<sup>52</sup> Op.cit.pod.13., str.20.

<sup>53</sup> Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju-Narodne Novine 17.04.2014. ([http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_04\\_48\\_929.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_48_929.html) - 16.12.2014.)



$Q_{H,nd,rel}$  (%) jest omjer specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke,  $Q'_{H,nd,ref}$  [kWh/(m<sup>3</sup>a)] i dopuštene specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje,  $Q'_{H,nd,dop}$  [kWh/(m<sup>3</sup>a)], a izračunava se prema izrazu:

$$Q_{H,nd,rel} = Q'_{H,nd,ref} / Q'_{H,nd,dop} \times 100 \text{ [\%]}^{54}$$

---

<sup>54</sup> Op.cit.pod 53.

## 5. ENERGETSKI EFIKASNI MATERIJALI ZA IZOLACIJU

Zgradarstvo troši oko 40 posto energije. A tu se ne radi samo o energiji potrebnoj za grijanje i hlađenje, već i o energiji ugrađenoj u materijale od kojih su kuće i zgrade napravljene. Energetski učinkovita gradnja pridonosi smanjenju potrošnje energije. Za većinu suvremenih građevnih materijala potrebna je velika količina energije, a uz to neki uzrokuju štetne i otrovne emisije koje zagađuju okoliš i stambene prostore. Zbog nedostatka prozračivanja, koncentracije štetnih tvari u stanovima često prelaze dopuštene i za stanare uzrokuju razne zdravstvene probleme.

Danas se sve više teži izboru zelenijih materijala koji su manje štetni za čovjeka i okoliš. Trećina otpada koji se nalazi na svjetskim deponijima zauzima građevinski otpad koji ostane od konvencionalnog graditeljstva. Osim što klasično graditeljstvo predstavlja veliki ekološki problem planetu, često su novoizgrađeni prostori nezdrave sredine prepune toksičnih tvari te elektromagnetskog, svjetlosnog i zvučnog zagađenja. Investitori se rijetko pridržavaju kvalitativnih propisa i novi objekti nisu izolirani u skladu s ionako energetski nezadovoljavajućim standardima, tako da ti objekti troše za svoje zagrijavanje, hlađenje i održavanje goleme količine energije iz fosilnih goriva.<sup>55</sup>

Uloga toplinsko izolacijskih materijala je smanjenje toplinskih gubitaka, kao i troškova za energiju, te zaštita nosive konstrukcije zgrade od atmosferskih utjecaja. Energija koju je moguće uštediti prilikom cijelog životnog vijeka građevine, može se još i dodatno povećati pravilnim odabirom materijala i njihovom kvalitetnom implementacijom u odnosu na energiju koju je moguće uštediti prilikom proizvodnje tih materijala. Potrebno je dobro poznavanje građevnih materijala kako bi se postigla što bolja energetska učinkovitost prilikom gradnje zgrada. Ako neki materijal iziskuje manje energije pri svojoj proizvodnji, a on ima manja toplinska i izolacijska svojstva, dugoročno se ugradnjom takvih materijala gubi znatno veća količina energije, nego što je uštedeno u samoj proizvodnji, te je potrebno promatrati cijeli životni vijek materijala kako bi materijali koje ugrađujemo dugoročno pridonijeli smanjenju potrošnje energije. Danas na tržištu postoji mnogo proizvoda za nisko energetska i pasivnu gradnju.

---

<sup>55</sup> Šišak, M. (2009): Mali priručnik za održivo življenje, Društvo za kulturu i suživot s prirodom -KNEJA, Čakovec, 2009. str. 10 (<https://www.scribd.com/doc/134669987/Mali-Prirucnik-za-odrzivo-zivljenje> - 17.12.2014.)

## 5.2. MATERIJALI KOJI SE KORISTE ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Dobra i kvalitetna gradnja i izolacija kuće i njenih pojedinih dijelova je najbolji i najodrživiji način da se izbjegnu toplinski gubici i poveća energetska učinkovitost. Svi elementi omotača kuće bi trebali imati prema načelu pasivne gradnje koeficijent prolaska topline ( U vrijednost) manji od 0,15 W/m<sup>2</sup>K, odnosno ne smije se izgubiti više od 0,15 W energije za grijanje za svaki stupanj promjene temperature i kvadratni metar stana. Materijale možemo podijeliti na klasične i ekološke. Klasični materijali bi bili oni koji su anorganskog podrijetla, a ekološki bi bili materijali organskog podrijetla koji od svoje proizvodnje do uporabe imaju skoro nikakav ekološki otisak.

Primjer anorganskih materijala koji se najviše koriste u gradnji i izolaciji bili bi staklena vuna, kamena vuna i ekspanzirani polistiren, a primjer organskih ekoloških materijala bili bi slama, kokosova vlakna, pamuk, pluto, ovčja vuna, celuloza, drvo, slama, glina, perlit i pamuk. Energija koja se koristi u proizvodnji materijala za gradnju i izolaciju, isto tako je bitan faktor a razlikuje se od materijala do materijala. Sve veća potražnja za toplinsko izolacijskim materijalima u sve većim debljinama dovela je do razvoja novih tehnologija, pa se tako danas u svijetu mogu naći i transparentna i vakuumska toplinska izolacija. Transparentna izolacija omogućava prijem Sunčeve energije i prijenos u zgradu, a istovremeno sprječava kao i obična toplinska izolacija gubitke topline iz zgrade. Vakuumska izolacija radi se u modularnim panelima, a zbog izuzetnih izolacijskih svojstava potrebne su znatno manje debljine od konvencionalne toplinske izolacije za ista toplinska svojstva. Ova je izolacija još uvijek vrlo skupa i primjenjuje se najviše kod sanacija objekata gdje nije moguće ugraditi veće debljine izolacije zbog na primjer povijesne i kulturne vrijednosti objekta.<sup>56</sup>

---

<sup>56</sup> Op.cit.pod 11., str. 23

### 5.3. KAMENA VUNA

Kamena vuna je izolacijski materijal mineralnog porijekla za toplinsku, zvučnu i protupožarnu izolaciju u graditeljstvu, industriji i brodogradnji. Kao sirovine za proizvodnju kamene vune upotrebljavaju se prirodni i umjetni silikatni materijali. Od prirodnih materijala upotrebljava se kamen diabaz i dolomit, a u manjoj mjeri i bazalt, dok se od umjetnih materijala koriste tzv. briketi koji se dobivaju preradom otpada iz tehnološkog procesa uz dodatak cementa. Glavni kemijski spojevi koji ulaze u sastav navedenih sirovina su oksidi silicija, aluminijski, kalcija, magnezija i željeza. Navedene sirovine transportiraju se u kupolnu peć u kojoj se tale na temperaturi od 1500°C. Za proces taljenja sirovina kao energent se koristi koks. Može se reći da, iako je konstrukcija peći prilično jednostavna, procesi koji se u njoj odvijaju su vrlo složeni i raznoliki: sagorijevanje koksa, procesi izmjene topline, fizičko-kemijski prijelazi materijala iz jednog agregatnog stanja u drugo itd.<sup>57</sup>

Kamena vuna je vodoodbojna, paronepropusna, otporna je i na truljenje, gljivice i bakterije i njena izolacijska svojstva ostaju nepromijenjena i otporna je na starenje. Najviše se koristi kod pregradnih zidova i za zvučnu izolaciju.<sup>58</sup> Problem kamene vune je što je proces proizvodnje kamene vune vrlo riskantan po okoliš i krajnje opasan po ljudsko zdravlje.<sup>59</sup>

Iz provedene analize na radnicima zaposlenima u tvornicama kamene vune i dobivenih rezultata moguće je zaključiti da je koncentracija zagađenja aerosolima 'kamene vune dovoljna za nastanak subjektivnih oralnih simptoma. Najrašireniji oralni simptomi su kserostomija, stomatopiroza, promjena okusne osjetljivosti i hal'itoza. Navedeni simptomi izraženiji su u radnika s dužom vremenskom ekspozicijom aerosolima kamene vune. Iz toga zaključujemo da postoji rizik po zdravlje ljudi prilikom proizvodnje kamene vune a i prilikom njene uporabe.<sup>60</sup>

---

<sup>57</sup>KNAUF, xxx : Kamena vuna i kako nastaje (<http://www.knaufinsulation.hr/kamena-vuna-i-kako-nastaje> - 20.12.2014. )

<sup>58</sup> ROCKWOOL, xxx: Područje primjene Rockwool proizvoda (<http://www.rockwool.hr/o+nama/primjena+kamene+vune> - 20.12.2014.)

<sup>59</sup> Magazin.hr, xxx: Smog u Istri – Udisati kamenu vunu( <http://magazin.net.hr/zdravlje/udisati-kamenu-vunu> - 20.12.2014.)

<sup>60</sup> Sotošek B.: Prevalencija oralnih simptoma u radnika izloženih aerosolima kamene vune, Novi Marof, 1986. ([http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=150020](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=150020) – 20.12.2014)

*Slika 22: Kamena vuna*



Izvor: KNAUF: [http://www.knaufinsulation.hr/sites/hr.knaufinsulation.net/files/ECOSE\\_Technology\\_09\\_0.pdf](http://www.knaufinsulation.hr/sites/hr.knaufinsulation.net/files/ECOSE_Technology_09_0.pdf)

#### **5.4. STAKLENA VUNA**

Glavna sirovina od koje se dobiva staklena vuna je kvarcni pijesak s dodatkom recikliranog stakla. Kamena vuna se dobiva od kamenja odnosno minerala eruptivnog porijekla - bazalta i diabaza s dodatkom koksa. Vlakna staklene vune izrađuju se ulijevanjem taline kvarcnog pijeska i stakla u rotore, dok se kamena vuna dobiva nalijevanjem otopljene kamene smjese na rotacijske valjke. Prvi puta je mineralnu vunu proizveo Edward Parry 1840. u Walesu, iz šljake visokih peći, ali je imala štetno djelovanje na radnike, pa je proizvodnja ubrzo napuštena. Nakon toga se počela proizvoditi 1871., u mjestu Georgsmarienhütte, pokraj Osnabrücka. Koeficijent toplinske provodljivosti je od 0,032 do 0,044 W/mK, odličan je zvučni i toplinski izolator, ima protupožarna svojstva i vrlo je postojan.

Kontakt mineralne vune s kožom izaziva osim i peckanje na koži, a prašina nastala prilikom obrade može izazvati nadraženost očiju, je može izazvati upalu dišnih puteva, grla i nosne sluznice, a za posljedicu može imati i nepravilno funkcioniranje organa za disanje. Vlakna staklene vune, a isto vrijedi i za kamenu vunu, mogu se prilikom udisaja dulje vrijeme zadržati u plućima i predstavljaju veliku opasnost za zdravlje i mogu izazvati rak.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Wikipedija.org, xxx (2014): Razlika između mineralne, staklene i kamene vune ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Mineralna\\_vuna#Staklena\\_vuna](http://hr.wikipedia.org/wiki/Mineralna_vuna#Staklena_vuna) - 19.12.2014.)

## 5.5. ECO SANDWICH – HRVATSKI PROIZVOD ZA ENERGETSKI UČINKOVITU GRADNJU

ECO-SANDWICH je panel koji se sastoji od dva sloja betona koji su međusobno povezani rešetkastim nosačima od nehrđajućeg čelika a vanjski fasadni sloj izrađen od reciklirane opeke kao agregata u betonu. Kao toplinsko izolacijski materijal koristi se novo razvijena mineralna vuna izrađena primjenom Ecosse® tehnologije koja umjesto formaldehida koristi prirodne smole kao vezivo. Mineralna vuna proizvedena primjenom Ecosse® tehnologije odabrana je između drugih vrsta održivih toplinsko izolacijskih materijala (npr. mineralne vune, celuloze, pamuka i dr.) zbog toga što se oni u Hrvatskoj mogu pronaći u malim količinama ili ih uopće nema. Tako se na primjeru ovčje vune može pokazati da se u Hrvatskoj proizvede otprilike 1200 tona godišnje, ali se ona ne prerađuje u toplinsko izolacijski materijal već se većina odlaže u prirodu. Tehnologija proizvodnje, u ovom radu prikazanog zidnog panela ECO-SANDWICH, može se uz male promjene modificirati na način da se koristi ovčja vuna ili drugi prirodni materijali kao toplinska izolacija, dajući time proizvodu još veću dodanu vrijednost, odnosno još manju ugrađenu energiju. ECOSE mineralna vuna proizvodi se od recikliranih staklenih boca, otpadnog stakla, otpada nastalog u samoj proizvodnji mineralne vune, što ukupno čini do 85 % sirovina koje se koriste, dok ostatak čini silicijski pijesak.<sup>62</sup>

Na natječaju Eko inovacije iz 2011. godine, u okviru europskog Programa za poduzetništvo i inovacije (CIP-EIP) projekt hrvatskog konzorcija i hrvatskih znanstvenika izabran je kao jedan od 50 najboljih u konkurenciji 280 projekata iz cijele Europe.<sup>63</sup>

---

<sup>62</sup> Banjad Pečur I., Štirmer N., Milovanović B. - Sustav ECO-SANDWICH – održivi predgotovljeni zidni panelni sustav od recikliranog agregata, UDK 624.022.9:502.7, Sabor hrvatskih graditelja 2012, str. 5. (<https://bib.irb.hr/datoteka/603769.ECO-SANDWICH.pdf> - 22.12.2014)

<sup>63</sup> Ban J., Poslovni dnevnik, 19.3.2013. ( <http://www.poslovni.hr/eu-fondovi/stize-eco-sandwich-za-energetsku-obnovu-zgrada-234494#> - 22.12.2014.)

*Slika 23: ECO SANDWICH*



Izvor: <http://www.eco-sandwich.hr/hr/gallery/model-eco-sandwich-zidnog-panela/>

## **5.6. EKSPANDIRANI POLISTIREN**

Ekspandirani polistiren (EPS) ili Stiropor je materijal koji se najviše koristi za toplinsku izolaciju. To je materijal koji ima toplinsku provodljivost između 0,035 i 0,041 W/mK. 1954. godine koncern BASF je u SR Njemačkoj prvi proizveo ekspandirani polistiren pod zaštićenim znakom Styropor®. To je materijal koji ima nisku cijenu i vrlo je jednostavan za ugradnju, i danas je na vodećem mjestu u graditeljstvu sa udjelom većim od 40%. Proizvodnja ekspandiranoga polistirena (EPS) provodi se u tri stupnja. U prvom se stupnju granule polistirena izlažu vodenoj pari u tzv. predekspanderu; struktura granule omekša, a lako hlapljivi ugljikovodik pentan prelazi u plinovito stanje. Uslijed toga granule ekspandiraju povećavajući svoj volumen 20 do 30 puta uz istovremeno smanjenje gustoće sa oko 600 kg/m<sup>3</sup> na 15 kg/m<sup>3</sup> do 30 kg/m<sup>3</sup>. Predekspandirane granule transportiraju se pneumatskim transportom u paropropusne silose gdje dozrijevaju 8 - 24 sata. Ovo odležavanje predstavlja drugi stupanj u kojemu se odvija difuzija viška pentana iz predekspandiranih granula. U trećem stupnju se dozrele granule transportiraju u metalne kalupe, tzv. blok forme, u kojima, djelovanjem suho zasićene vodene pare, dolazi do konačne ekspanzije granula EPS-a te njihovog sljepljivanja u



monolitnu formu koja se sastoji od zatvorenih ćelija. Blokovi, proizvedeni na opisan način, se nakon perioda dimenzijskog stabiliziranja izrezuju u ploče ili neke druge željene oblike pomoću uređaja za izrezivanje vrućom žicom.<sup>64</sup>

Ekspandirani polistiren ne pospješuje stvaranje mikroorganizama, ne truli, ne stvara plijesanj, otporan je na anorganske kiseline i soli. Nije otrovan i prilikom požara ne stvara štetne plinove, lako se reciklira i ima nisku cijenu. Glavni nedostatak je što se tali na temperaturi većoj od 80 stupnjeva celzijusa, odnosno ima loša protupožarna svojstva. Fasade od ekspandiranog polistirena omogućuju uštede od 40 do 60 posto za troškove grijanja, te prilikom gradnje zgrade sa izolacijom od ekspandiranog polistirena mogu se koristiti tanji zidovi što smanjuje troškove gradnje.<sup>65</sup>

*Slika 24: Izolacija kuće ekspandiranim polistirenom*



Izvor: <http://www.gradjevinarstvo.rs/katalog/images/2165/s05.jpg?>

<sup>64</sup> Kumal, xxx: Ekspandirani polistiren – svojstva ( <http://www.kumal.hr/hr/ekspandirani-polistiren-svojstva.html> - 2.1.2015.)

<sup>65</sup>Fasade Mehić, xxx: Stiropor fasade – zanimljive informacije (<http://fasademehic.weebly.com/zanimljive-informacije.html> - 2.1.2015.)



## 5.7. CELULOZNE PAHULJICE

Celuloza je reciklirani proizvod koji se dobiva preradom starog papira koji se reže te mu se dodaje borova sol. Celuloza se koristi za izolaciju krovova i stropova, a upotrebljava se i u kućama sa šupljom drvenom konstrukcijom. Celuloza je reciklirani prirodni materijal i za njenu proizvodnju je potrebno malo energije. Toplinska provodljivost je od 0,040 do 0,045 W/mK. Celulozne pahuljice upuhuju se u šupljine između oplata i paronepropusne folije strojem. Ugradnjom ovog elementa sprečava se pregrijavanje stambenih prostora ljeti, a zimi zadržava toplinu. Negativna strana ovog građevnog elementa je što u sebi sadrži borovo vezivo, koje je otrovno, te pri radu s ovim materijalom treba koristiti zaštitna sredstva, a prilikom rušenja, ovaj materijal se treba deponirati na za to predviđenom mjestu a ne kompostirati kao što se obična celuloza može.<sup>66</sup>

*Slika 25: Celulozne pahuljice*



Izvor :<http://www.webgradnja.hr/katalog/15764/trendisol-toplinska-izolacija-celulozne-pahuljice/>

<sup>66</sup> Grobovšek B.(2007): Toplinskoizolacijski materijali od prirodnih sirovina, Časopis građevinar, 59/2007 str. 836 (<http://www.casopis-gradjevinar.hr/~hsgiorg1/gradjevinar/assets/Uploads/JCE-59-2007-09-13.pdf> - 2.1.2014.)

## 5.8. PLUTO

Pluto je u potpunosti ekološki prihvatljiv i ima relativno dobra izolacijska svojstva. Pogodan je za različite namjene, a budući da se dobiva skidanjem sloja kore hrasta plutnjaka, može se reći da se radi o ekološkom materijalu. Kora se skida preko 200 puta tijekom životnog vijeka stabla. Od granuliranog otpadnog pluta, koji ostaje nakon proizvodnje plutenih čepova, izrađuju se termo izolacijske ploče. Granulirano pluto se termički obrađuje pod tlakom kako bi otpustilo prirodni vezivni materijal i proizvelo plutene ploče koje se potom režu na odgovarajuću veličinu. Same po sebi plutene ploče su relativno dobar izolator, no razina izolacije koju pružaju može se usporediti sa staklenom vunom, paukom ili celuloznim izolacijskim materijalima, no ipak se po izolacijskim svojstvima ne mogu uspoređivati s ekspaniranim polistirenom. Ipak, za razliku od njega, ploče od pluta su izrazito vatrootporne, a pružaju i relativno dobru zvučnu izolaciju. Izolacijske ploče od pluta upotrebljavaju se na zidu ili u drvenoj konstrukciji. Ploče od pluta dobro propuštaju paru, postojane su na kemikalije, štetočine i bakterije. Ploče ne trunu i ne stvaraju prašinu. Zbog svoje čvrstoće pluto se može koristiti i za izolaciju podova i za sprječavanje udarnog zvuka. Toplinska provodljivost je između 0,045 i 0,05 W/mK, a prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike 0,45 W/m<sup>2</sup>K.<sup>67</sup>

Ipak jedna od mana izolacije od pluta jest da je cijena ploča od pluta trenutno na tržištu i do pet puta skuplja od ploča od poliuretanskih materijala, odnosno čak dvostruko skuplja od ploča od ekspaniranog polistirena uz slabija izolacijska svojstva.<sup>68</sup>

---

<sup>67</sup> Op.cit.pod.66., str. 837

<sup>68</sup> Zelena energija.org, Szekeres I,(2012): Ekološki prihvatljiva plutena izolacija, 26.11.2012.  
(<http://www.zelenaenergija.org/clanak/ekoloski-prihvatljiva-plutena-izolacija/4776> - 2.1.2015.)

*Slika 26: Plutene izolacijske ploče*



Izvor: <http://www.energetskicertifikati.biz/wp-content/uploads/2014/06/PLUTO.jpg>

## **5.9. KONOPLJA, LAN I KOKOS**

Konoplja i lan su biljnog porijekla i dobro ujednačavaju vlagu u prostoru. Od njih se izrađuju izolacijske ploče za toplinsku izolaciju. Toplinska provodljivost je između 0,040 i 0,045 W/m<sup>2</sup>K.<sup>69</sup> Za proizvodnju izolacijskih ploča se koriste strugotine i usitnjeni komadići stabljika. Proces proizvodnje nije energetski zahtjevan i ne utječe u značajnijoj mjeri na okoliš. Vlakna se prže, vežu i prerađuju, te im se dodaje borova sol, te zbog toga treba kao i kod celuloznih vlakana rabiti zaštitnu odjeću, jer su borovi spojevi otrovni po čovjeka. Kokosova se vlakna mogu izraditi kao ploče koje imaju dobre toplinske izolacijske karakteristike. Toplinska provodljivost je 0,05 W/mK, prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike 0,5 W/m<sup>2</sup>K. Ploče imaju dobru tlačnu čvrstoću te su pogodne za zaštitu od ljetnoga pregrijavanja. Ploče ne napadaju miševi i ostali glodavci. Upotrebljavaju se za toplinsku izolaciju krovova i zidova, brtvljenje prozora i vrata te zvučnu zaštitu.<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Op.cit.pod.66. str. 836

<sup>70</sup> Ibidem.66, str. 837

*Slika 27: Termo izolacijske ploče od konoplje*



Izvor :<http://www.energetskicertifikati.biz/wp-content/uploads/2014/06/KONOPLJA.jpg>

## **5.10. OVČJA VUNA**

Izolacija od ovčje vune ima toplinska izolacijska svojstva koja su slična mineralnoj vuni. Niski toplinski koeficijent toplinske vodljivosti ovčje vune je  $0,039 \text{ W/m K}$  na  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , što je slično ostalim vlaknastim izolatorima. Prikupljena prirodna vuna isprana je nekoliko puta da bi uklonio lanolin, te se zatim miješa sa poliesterom koji pomaže da zadrži svoj oblik. Zamotuljak vune općenito sadrži 85% vune pomiješane sa 15% poliestera. Ovčja vuna je prirodno vlakno dobiveno od potpuno obnovljivog izvora. Čišćenje, izlaganje zraku i toplinska obrada vezivanja tijekom proizvodnje troši minimalnu energiju. Ona koristi samo 14% energije koja se inače koristila za proizvodnju izolacije od mineralne vune. Ovčja vuna je higroskopna i stoga će apsorbirati i osloboditi vodenu paru, ne narušavajući njezinu toplinsku učinkovitost. Kod hladnog vremena, ovčja vuna apsorbira toplinu iz vlage u zraku, što joj omogućuje da se smanji gubitak topline iz zgrade. U toplo vrijeme, oslobađanje vlage ima učinak hlađenja na vlakna koja smanjuje protok topline u zgradi. Vuna ima višu vatrootpornost od celuloze i celularno plastičnih izolatora. Topi se kada dođe u dodir sa izvorom plamena, ali bi se trebala sama i

ugasiti. Tretirana je sa neopasnim vatrootpornim sredstvom kako bi poboljšala svoju vatrootpornost, zapaljivost i površinu širenja plamena.<sup>71</sup>

*Slika 28: Ovčja vuna kao termo izolator*



Izvor: [http://www.isolena.at/shop/product\\_info.php?info=p18\\_block--der-basiseinstieg-in-die-gesunde-daemmung-mit-ingeschraenker-anwendung-.html](http://www.isolena.at/shop/product_info.php?info=p18_block--der-basiseinstieg-in-die-gesunde-daemmung-mit-ingeschraenker-anwendung-.html)

## 5.10. ILOVAČA

Ilovača ima dobre građevne karakteristike kao što su reguliranje i zadržavanje vlage u prostoru i dobro akumuliranje topline. Osim toga, omogućava dobru zvučnu zaštitu u unutarnjim prostorima, sprječava pojavu statičkog elektriciteta, požarno je postojana i može se reciklirati. Ilovača može primiti trideset puta više vlage od drugih sličnih građevinskih materijala. Isto tako bitno poboljšava klimu prostora jer veže i neutralizira otrovne tvari koje se nađu u zraku. Izolacija zidova ilovačom ekološki je i ekonomičan način izolacije, te nakon žbukanja ne zahtjeva bojanje.<sup>72</sup>

Više o ilovači i gradnji kuća od ilovače će biti riječi u poglavlju zelene gradnje.

---

<sup>71</sup> Wikipedija.org,xxx, (2015): Izolacija od ovčje vune ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Izolacija\\_od\\_ov%C4%8Dje\\_vune](http://hr.wikipedia.org/wiki/Izolacija_od_ov%C4%8Dje_vune) – 3.1.2015.)

<sup>72</sup> Op.cit.pod.66., str. 837

*Slika 29: Žbukanje zidova ilovačom*



Izvor: <http://www.gradimo.hr/blobs/e602ab49-b9d7-4583-bebc-edbadfaca8e5.jpg>

Vidimo kako postoje brojni materijali koji se mogu koristiti za efikasnu izolaciju kuća. Neki od njih, iako se koriste sa ciljem energetske uštede i održivosti, to nažalost nisu jer u fazi svoje proizvodnje i ugradnje koriste veliku količinu energije, te imaju veliki negativni utjecaj na okoliš. Iako postoje uštede u količini energije koja se troši za grijanje, upitna je kvaliteta životnog prostora ugradnjom takvih materijala. S druge strane ekološki materijali puno su manje zastupljeni na tržištu te se njihovo korištenje ne promiče niti preferira prilikom gradnje.



## 6. KONCEPTI ENERGETSKI EFIKASNE GRADNJE

Energetski efikasna gradnja bi bila gradnja koja koristi manje energije od klasične gradnje. Optimizacija potrošnje energije i postizanje najbolje moguće iskoristivosti dostupne energije nije nova ideja. Slično modernim vremenima, u drevnim vremenima ljudi su se suočavali s problemom konstruiranja kuća koje bi imale zadovoljavajući toplinski komfor, a glavno pitanje im je slično kao i danas bilo kako kuće zimi učiniti toplima, a ljeti hladnima.

Ovaj problem prvi je proučavao i zabilježio Sokrat, grčki klasični filozof, prije 2500 godina. U literaturi se rješenje ovog problema spominje pod pojmom „Sokratova kuća“ (engl. Socratic House). „Sokratova kuća“ je hipotetski opis energetski učinkovite kuće. Osnova Sokratovih proučavanja bio je utjecaj kretanja sunca na položaj i konstrukcijski oblik kuće. Tlocrt „Sokratove kuće“ je trapezoidnog oblika s južno orijentiranom bazom i krovom koji pada prema sjeveru za smanjenje utjecaja udara sjevernih vjetrova. Sjeverni zid je masivne konstrukcije jer u ono vrijeme nije bilo kvalitetnih izolacijskih materijala pa je to trebalo nadoknaditi debljinom zida. Južno orijentirani trijem projektiran je tako da blokira visoko ljetno sunce, a istovremeno da propušta niske zimske zrake sunca duboko u prostorije.

Prema ovom konceptu kuće u sjevernoj hemisferi trebale bi biti južno orijentirane, a u južnoj hemisferi sjeverno orijentirane da bi se maksimalno iskoristila solarna energija. Na drugoj strani morao bi postojati jako dobro izolirani zid kojim se sprječava gubitak energije.<sup>73</sup>

Prvi povijesni modeli pasivne gradnje su izgrađeni još u dalekoj povijesti. Od obala Portugala do Irana i Kine kuće su građene tako da ne trebaju ni aktivno grijanje ni hlađenje. Na Islandu su još u srednjem vijeku gradili kuće s travom jer je drvene građe bilo jako malo. Premda nisu imale odgovarajuće prozore ni ventilaciju, to su bile prve pasivne kuće. U Europi je u sedamnaestom i osamnaestom stoljeću vladala nestašica drva zbog intenzivnog krčenja šuma za ogrjev. Za ostatak Europe rješenje je bilo vađenje ugljena, međutim kako na Islandu nije bilo ugljena ni drveta, to nije bilo primjenjivo, pa su Islandčani shvatili da dobro izolirane kuće ne zahtijevaju velike količine topline.

Istraživački brod „Izvor“ Fridtjofa Nansena iz 1883. godine isto je primjer pasivne gradnje. „Izvor“ je bio potpuno funkcionalna „pasivna kuća“. Bokovi broda bili su premazani katranskim premazima, nakon toga nalazio se prostor ispunjen plutom i lamperija, zatim debele

---

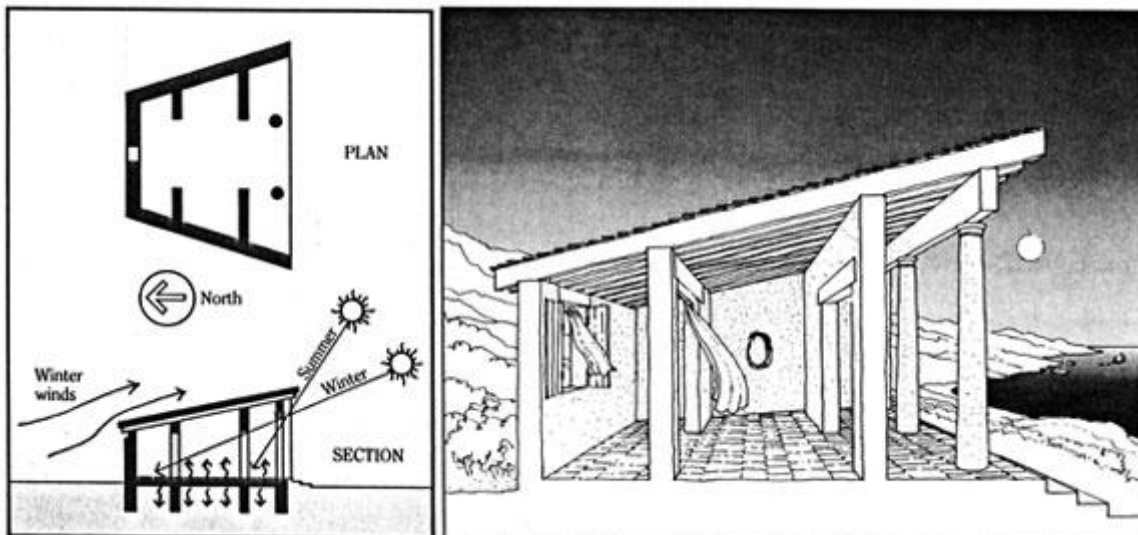
<sup>73</sup> Koški Ž., Zorić G.(2010): Akumulacija Sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama, časopis e-GF-OS, broj 1/2010 (<http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-1/akumulacija-sunceve-energije> - 4.1.2015.)

naslage izolacijskog materijala, linoleum i na kraju unutarnje obloge. Strop u salonu i kabinama bio je debljine 15 centimetara. Svjetlarnik koji je zapravo bio najizloženiji hladnoći bio je zaštićen trima staklenim površinama, jednom iza druge. Bez obzira na vanjsku temperaturu od -22 °C ili +22 °C, posada na brodu nije imala potrebu za paljenjem vatre u peći.<sup>74</sup>

Danas postoji pet osnovnih tipova energetske gradnje. To su nisko energetska kuća (low energy house), pasivna kuća (passive house, ultra low-energy house), kuća nulte energije (zero-energy house, net zero energy house), energetska samodostatna (autonomna) kuća (autonomous building, house with no bills) i plus energetska kuća (energy-plus house).<sup>75</sup>

Neki izvori spominju i trolitarsku kuću kao koncept između nisko energetske i pasivne gradnje.

Slika 30: Sokratov koncept energetske gradnje



Izvor: <http://culthole.blogspot.com/2011/02/socratic-house.html>

<sup>74</sup>ZABA, xxx, : Zelena zona : Povijest pasivnih kuća ([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislim\\_globalno/povijest\\_pasivnih\\_kuca](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislim_globalno/povijest_pasivnih_kuca) - 5.1.2014.)

<sup>75</sup>FZOEU (2012): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj: Pasivne i niskoenergetske kuće , UNDP-EE 2012. (<http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/pasivne-i-niskoenergetske-kuce> - 6.1.2015.)



## 6.2.NISKOENERGETSKA KUĆA

Gledajući izvana, nisko energetska kuća se na prvi pogled ne razlikuje od klasično građene kuće. Nisko energetske kuće temelj su primjene održive gradnje tijekom cijelog svog životnog vijeka, ako krenemo od građevinskog materijala čija proizvodnja manje opterećuje okoliš, do njihove energetske učinkovitosti i racionalnog trošenja energenata tijekom životnog vijeka, pa sve do racionalnog gospodarenja otpadom. Isto tako, te kuće pružaju visok stambeni komfor s ugodnom klimom tijekom cijele godine bez standardnih sustava grijanja i hlađenja, uz vrlo niske troškove na račun energenata. Takva kuća troši puno manje energije od klasično građene kuće, ali više od pasivne kuće. Energetska svojstva nisko energetske zgrade otprilike su dvostruko bolja od minimalnih zahtjeva. Prema gruboj podjeli, po postignutim uštedama u nisko energetske kući se za zagrijavanje koristi između 15 i 50 kWh/m<sup>2</sup> godišnje<sup>76</sup>, odnosno između 25 i 50 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>77</sup> U prosjeku ovakve kuće troše 40 kWh/m<sup>2</sup> energije što je ekvivalent od 2,7 litara loživog ulja po m<sup>2</sup> godišnje ili 6, kg/m<sup>2</sup> godišnje drvnih peleta.

Ne postoji globalna definicija nisko energetske kuće zbog velikih varijacija u nacionalnim standardima od zemlje do zemlje. Točna definicija nisko energetske kuće ovisi o državi u kojoj se nalazi odnosno o nacionalnom standardu. Nisko energetska kuća u Njemačkoj (njem. Niedrigenergiehaus) ima ograničenje u potrošnji energije za grijanje prostorija od 50 kWh/m<sup>2</sup> godišnje, dok je to ograničenje u Švicarskoj definirano MINERGIE standardom i ne smije prelaziti 42 kWh/m<sup>2</sup> godišnje. Zbog povoljnije klime, u Hrvatskoj se prilikom definiranja nisko energetske kuće uzima vrijednost od 40 kWh/m<sup>2</sup> godišnje za grijanje. Nisko energetske kuće u pravilu koriste najučinkovitiju toplinsku izolaciju, energetski učinkovitu stolariju, niske nivoe propuštanja zraka i toplinsku obnovu u ventilaciji za manje energije potrebne za grijanje i hlađenje. Mogu se također koristiti i standardi prema pasivnim solarnim tehnikama dizajna ili aktivne solarne tehnologije, kao i tehnologije za recikliranje topline iz vode koja je korištena kod tuširanja ili u stroju za pranje posuđa.<sup>78</sup> Trošak gradnje nisko energetske kuće je viši za oko 5 do 12 posto u odnosu na klasičnu gradnju<sup>79</sup>, ali zato nisko energetska kuća troši i do čak četiri puta manje energije za grijanje u odnosu na standardno građenu i izoliranu kuću. Godišnje uštede grijanja nisko energetske kuće iznose minimalno 1000 eura, a zbog rasta cijene

---

<sup>76</sup> YTONG,xxx(2014): Niskoenergetske kuće (<http://gradnjakuće.com/niskoenergetske-kuće/> - 6.1.2014.)

<sup>77</sup>ZABA, xxx, : Zelena zona : Pasivna i niskoenergetska kuća ([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/zivim\\_zeleno/energetski\\_ucinkovit\\_dom/pasivna\\_niskoenergetska\\_kuca](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/zivim_zeleno/energetski_ucinkovit_dom/pasivna_niskoenergetska_kuca) - 6.1.2015.)

<sup>78</sup> Op.cit.pod.75

<sup>79</sup>Ibidem 77

energenata, uštede će u budućnosti biti i veće. Novi materijali koji se upotrebljavaju u gradnji nisko energetske montažne kuće su suho impregnirano drvo, OSB drvene ploče, mineralna kamena vuna, gips ploče itd. Ti materijali imaju manja štetna zračenja od materijala koji se upotrebljavaju kod klasične gradnje kao što su opeka, beton i željezna armatura kojom je isprepletena cijela kuća i koja privlači negativna i vrlo štetna energetska zračenja. Vlaga je isto tako kod nisko energetske objekata manji problem, dok je kod klasičnih kuća zbog velikog prisustva betonskih, hladnih površina to predstavlja veliki problem.. Kod klasično građenih kuća zagrijavanje prostorija je neravnomjerno, hladni zidovi, a posebno hladni podovi mogu biti uzročnici zdravstvenim problemima.<sup>80</sup> Na Hrvatskom i europskom tržištu postoji mnogo tvrtki koje su se specijalizirale za ovakav oblik gradnje. Pretežito se nude montažne nisko energetske kuće. Investitor može izabrati između već gotovih tipskih kuća ili može sa projektirati vlastitu. Cijene se kreću otprilike oko 500 eura po metru četvornom, zavisi od proizvođača i vrste kuće i kojem nisko energetskom tipu spada, odnosno kolika je potrošnja energije, a kreće se između 25 i 40 kWh/m<sup>2</sup>.

### 6.3.TROLITARSKA KUĆA

Trolitarska kuća je nisko-energetska kuća s godišnjom potrebnom toplinom za grijanje od otprilike 30 kWh/(m<sup>2</sup>a). To je najnapredniji oblik nisko energetske kuće. Konstrukcija mora biti bez toplinskih mostova. Potreban je tradicionalni sustav grijanja. Kako bi smanjile potrošnju energije u odnosu na nisko energetske kuće, u pravilu se uz postizanje još bolje toplinske izolacije ovojnice zgrade u ovakve kuće ugrađuju i dodatne mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti kao što su dizalice topline, sunčani uređaj za grijanje sanitarne vode ili uređaj za prozračivanje s vraćanjem topline iskorištenog zraka, odnosno rekuperator. Trolitarska kuća nije strogo definirani model, već okvir za potrošnju primarne energije.<sup>81</sup> To znači da se može graditi svim mogućim kombinacijama materijala i tehničkih rješenja, pa u građevinskom dijelu, pri debljini i toplinskim svojstvima vanjske ljuške, projektanti uglavnom primjenjuju mjerila

---

<sup>80</sup> Eko-san,xxx: Niskoenergetske kuće (<http://eko-san.net/niskoenergetske.html> -10.1.2015.)

<sup>81</sup> Zelena energija.org, Szekeres I. (24.4.2013): Jeste li znali da postoji više vrsta niskoenergetskih kuća (<http://www.zelenaenergija.org/clanak/jeste-li-znali-da-postoji-vise-vrsta-niskoenergetskih-kuca/6136> - 10.1.2015.)

pasivne kuće, dok se umjesto izravnih solarnih dobitaka u proračun uključuju podzemni zračni kolektori, toplinske pumpe, solartermija, fotonapon.

## 6.4. PASIVNA KUĆA

Pasivna kuća, koncept kojem je ime dao njemački arhitekt Wolfgang Weissn 1988. godine u suradnji s Bo Adamsonom (Passivhaus)<sup>82</sup>, ide korak dalje od nisko energetske kuće i troši najviše 15 kWh/m<sup>2</sup> godišnje, odnosno kuća troši litru loživog ulja po kvadratnom metru, pa se još naziva i jednolitarska kuća. Općenita definicija pasivne kuće je: „Pasivna kuća je zgrada kod koje toplinski komfor može biti postignut samo naknadnim grijanjem ili hlađenjem svježe mase zraka, a da kvaliteta zraka unutar kuće bude visoka i bez potrebe za recirkulacijom zraka“.<sup>83</sup> Pasivna kuća je objekt u kojem se zahvaljujući načelima pasivne gradnje i primjeni načela energetske učinkovitosti postiže ugodna atmosfera bez zasebnog sustava grijanja i klimatizacije. Maksimalna potrošnja pasivne kuće uz zadovoljenje primarnih energetskih potreba uključujući toplu vodu i struju, ne bi trebala prelaziti 15 kWh/m<sup>2</sup> godišnje. Pasivne kuće obično troše 15 kWh/m<sup>2</sup> ili 1,5 litru lož ulja, ili 1,5 m<sup>3</sup> zemnog plina po m<sup>2</sup> odnosno i do 80-90% manje energije od klasične nisko energetske kuće, zahvaljujući osnovnim načelima na kojima se temelji pasivna kuća, a to su uklanjanje toplinskih gubitaka i maksimizacija slobodnog dobivanja energije.<sup>84</sup>

Postoje osnovna svojstva i načela izgradnje koja kuća mora zadovoljiti kako bi se mogla svrstati među pasivne.

- Pažljivo arhitektonsko oblikovanje pri čemu se pazi na orijentaciju zgrade i mali faktor oblika;
- Primjena toplinske izolacije radi postizanja zadane vrijednosti toplinske provodljivosti neprozirnih elemenata ovojnice ( $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ );

---

<sup>82</sup> Štirmer N., Milovanović B., Lavriv F.(2013): Certificiranje pasivne kuće, UDK/UDC 006.3/8+691, str.534. ([https://bib.irb.hr/datoteka/691715.Certificiranje\\_pasivne\\_kue.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/691715.Certificiranje_pasivne_kue.pdf) - 12.1.2015.)

<sup>83</sup> Korak, Uredništvo časopisa Korak(2012)- Korak: Stručni časopis za podne obloge, ambijent i vanjsko uređenje, 4/2012, prosinac 2012, str.8. (<http://issuu.com/korak.u.prostor/docs/issuu-korak-2012-04> - 15.1.2014.)

<sup>84</sup> Caparol,xxx: Brošura: Pasivna kuća, Štedimo energiju i čuvamo okoliš, str.4 (<http://www.caparol.hr/Portals/hr/upload/brosure/Pasivna%20kuca%20ver2.pdf> – 15.1.2014.)

- Primjena prozora izvrsnih toplinskih svojstava ( $U_w \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) i koeficijenta transmisije sunčevih zraka približno  $g=0,5$ ;
- Svođenje zrako nepropusnosti zgrade na zadanu vrijednost (izmjena najviše 60 % volumena zraka u sat vremena pri razlici tlaka unutarnjega vanjskog zraka od 50 Pa);
- Svođenje utjecaja toplinskih mostova na najmanju moguću mjeru;
- Primjena mehaničke ventilacije s rekuperacijom topline koja omogućava prijenos barem 75 % topline s izlaznog na ulazni zrak<sup>85</sup>

Prozori pasivne kuće bi trebali biti s trostrukim ostakljenjem, punjeni argonom, prekinutim toplinskim mostom čiji je koeficijent prolaza topline  $U= 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a vrata imati dobar koeficijent prijelaza topline i dobro brtviti, čime se znatno smanjuju toplinski gubici te potreba za grijanjem. U pasivnoj kući, debljina izolacije bi trebala iznositi od 25 do 40 cm (ovisno o materijalu gradnje), čime bi ukupni koeficijent prijelaza topline trebao biti  $U= 0,1 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Za opskrbu svježim zrakom potreban je sustav mehaničke ventilacije koji putem izmjene topline između izlaznog i potrošenog zraka iz unutrašnjosti koji ima višu temperaturu i može ju prenijeti na ulazni zrak. Odnosno, ako je zrak u prostoriji  $20^\circ\text{C}$ , a temperatura okoliša  $0^\circ\text{C}$ , temperatura ulaznog zraka se može podignuti i na  $16^\circ\text{C}$ . Proces je u ljetnim mjesecima obrnut, tako da izlazni zrak preuzima toplinu ulaznog zraka, održavajući ugodnu temperaturu u prostorijama bez potrebe za klima-uređajem.<sup>86</sup>

Kako bi se dodatno smanjila energetska neovisnost pasivne kuće, moguće je ugraditi sustav grijanja s dizalicom topline, koji zahvaljujući činjenici da je zemlja na određenoj dubini na konstantnoj temperaturi, neovisno o godišnjem dobu, ukopavanjem cijevi i cirkulacijom vode može, ovisno o godišnjem dobu i izvedbi sustava potpomoći sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode. Osim toga, Sunčeva energija je besplatna, te se pored pasivnog korištenja može koristiti i aktivno: u sunčanim toplinskim kolektorima za zagrijavanje vode, i u foto naponskim ćelijama za proizvodnju električne energije. Glavna ideja pasivne gradnje je korištenje sunčeve energije za grijanje kuće u zimskom periodu i sprečavanje upada sunčevog zračenja u ljetnom periodu kako bi se smanjila potreba za hlađenjem. Prva pasivna (više stambena) kuća sagrađena je u Darmstadtu u Njemačkoj 1990. godine kao rezultat studije koju je nadgledalo i njemačko ministarstvo zaštite okoliša. Otkada je dr. sc. Wolfgang Feist razvio taj projekt, pojam

<sup>85</sup> Op.cit.pod.82. str.535

<sup>86</sup> FZOEU,xxx (2012): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj: Pasivne kuće, UNDP-EE 2012. (<http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/pasivne-i-niskoenergetske-kuce/pasivne-kuce> - 15.1.2015.)

pasivne kuće počeo se upotrebljavati za svaku kuću u kojoj se po metru kvadratnom stambene površine troši manje od 1,5 litre loživog ulja ili 1,5 m<sup>3</sup> plina, što je i razlog zašto neki takve građevine još nazivaju i „jednolitarskom“ kućom. Cijena gradnje prema pasivnom standardu je viša u odnosu na klasičnu gradnju, a različiti izvori navode različite cijene, ali u prosjeku se kreće od najnižih 10 posto<sup>87</sup>, do kako neki izvori spominju 15 do 22 posto u odnosu na klasičnu gradnju.<sup>88</sup>

Troškovi gradnje pasivne kuće u Hrvatskoj su veći za oko 20 posto,<sup>89</sup> ali je potrošnja električne energije višestruko manja nego u kućanstvima klasične gradnje. Cijena električne energije koja se u pasivnoj kući veličine 200 kvadrata potroši na godišnjoj razini iznosi oko 3.000 kuna. Investicija u trenutnim hrvatskim uvjetima prema nekim procjenama sama isplati za 7 – 10 godina.<sup>90</sup>

*Tablica 2: Vrijednosti koeficijenta toplinske vodljivosti kojim se zadovoljava pasivni standard za kuću prosječne površine od 150 m<sup>2</sup>*

Vrsta izolacije	$\lambda$ , W/mK	Debljina, cm	Cijena EUR/m <sup>2</sup>	Cijena EUR
Bala slame	0,045	30	3,63	1453
Celuloza	0,045	30	18,31	7325
Ekspandirani polistiren	0,038	24	20,35	8139
Kamena vuna	0,038	24	23,55	9418

Izvor: Z. Glasnović, J. Horvat, D. Omahać: Tehnoeko – zaštita okoliša: Slama kao superiorni građevinski materijal, svibanj 3/2008, str 14.

<sup>87</sup> Energiesparen im haushalt.de, xxx: Sind Passivhaus-Kosten höher ? (<http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/passivhaus-bauen/passivhaus-kosten.html> - 15.1.2015.)

<sup>88</sup>Op.cit.pod.77

<sup>89</sup> FZOEU,xxx (2012): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj: Niskoenergetske kuće, UNDP-EE 2012 (<http://www.eni.fzoeu.hr/ee-savjeti/pasivne-i-niskoenergetske-kuce/niskoenergetske-kuce> -15.1.2015.)

<sup>90</sup> Webgradnja.hr, Flemont: Prvi pasivni stanovi u Zagrebu (<http://www.webgradnja.hr/clanci/prvi-pasivni-standovi-u-zagrebu/452/> - 15.1.2015.)

#### 6.4.1. Certificiranje pasivne gradnje

Passivhaus Institut iz njemačkog Darmstadta prva je institucija koja je počela s certificiranjem pasivnih kuća. Certificiranje se provodi za gradnju stambene zgrade, nestambene zgrade i sanaciju postojećih građevina do standarda pasivne kuće. Zahtjev za izdavanje certifikata pasivne kuće podnosi se nakon završetka izgradnje. Passivhaus Institut akreditira ustanove u svim dijelovima svijeta za provođenje certificiranja, te certificira projektante i izvođače. Passive House Institut iz Darmstadta razvio je poseban alat za proračun i certificiranje - Passive House Planning Package (PHPP). Priznat je kao najbolji pokazatelj ispravnosti projektnog rješenja pasivne kuće u pogledu energetske karakteristike. <sup>91</sup> Temeljen je pretežito na proračunima propisanim važećim europskim normama i izrađen je u obliku Excel tablice. PHPP koristi brojne testirane i odobrene izračune kako bi se dobio točan izračun zgrade za grijanje, hlađenje i primarne potrošnje energije, kao i njegovu sklonost pregrijavanje u toplijim mjesecima. Iako je PHPP prvenstveno razvijen posebno za pasivne kuće, to je alat za dizajn koji se također može koristiti i za druge zgrade, uključujući i popravak povijesnih građevina. Danas se koristi verzija PHPP 8 iz 2013. godine.<sup>92</sup>

Passive House Institute US iz Amerike provodi certificiranje pasivnih kuća po modelu koji se naziva PHIUS+. Certificiranje se sastoji od dva dijela.

1. Certificiranje temeljeno na energijskom modelu za koje je potrebno priložiti energijski model zgrade, nacрте, specifikacije itd. (pred certificiranje);
2. Terenska kontrola i osiguranje kvalitete za koju je potrebno izvršiti terensku provjeru izvedbe konstrukcije, ispitivanje metodom „Blower door“, podešavanje i puštanje ventilacijskog sustava u pogon i izračun HERS indeksa. <sup>93</sup>

HERS indeks (Home Energy Rating Standard) mjera je energetske učinkovitosti zgrade u Sjedinjenim Američkim Državama, a riječ je o relativnoj ljestvici - HERS indeks 100 predstavlja potrošnju energije „standardne američke kuće“, a indeks 0 predstavlja nultu potrošnju.

---

<sup>91</sup> Op.cit.pod.82., str.538

<sup>92</sup>Passive House Institute: PHPP – the energy balance and Passive House planning tool ([http://www.passiv.de/en/04\\_phpp/04\\_phpp.htm](http://www.passiv.de/en/04_phpp/04_phpp.htm) - 16.1.2014.)

<sup>93</sup> Ibidem 82., str.539

#### **6.4.2. Pass-net**

Pass-net je projekat sufinanciran od Europske unije koji ima za cilj širenje znanja o standardima pasivne gradnje u Europi. U Pass-Net, mrežu pasivnih kuća, udruženo je 10 zemalja članica EU-a: Austrija, Belgija, Češka, Njemačka, Velika Britanija, Rumunjska, Slovačka, Slovenija i Švedska. Među njima je i Hrvatska je od 2006. isto članica Pass-net mreže i izmjenjuje iskustva u gradnji pasivnih kuća i rješenjima koja omogućuju desetak puta manju potrošnju energije za grijanje i hlađenje objekata s 10 do 20 posto više uložena novca u njihovu izgradnju. Cilj se stvoriti bazu podataka o broju izgrađenih kuća prema principu pasivne gradnje. Do 2010. godine je u 10 zemalja članica bilo izgrađeno 27 600 registriranih pasivnih kuća, a procjenjuje se da bi taj broj sada mogao biti preko 65 000.<sup>94</sup>

#### **6.5. SOLARNA PASIVNA KUĆA**

Pasivna solarna kuća često se brka sa pasivnom kućom.. Pasivna kuća je standard gradnje i izolacije koji opisuje potrošnju energije, a uveden je, kao što smo u prošlom poglavlju pasivnih kuća spomenuli 1988. godine, a pasivna solarna kuća je koncept gradnje koji se koristi još od antičkog doma, a prvi koji su ostavili trag takvog koncepta bili su Grci, odnosno Sokrat.<sup>95</sup>

Pasivna solarna kuća zahvaljujući svome dizajnu i orijentaciji zahvaljujući suncu, djelomično ili u potpunosti može zadovoljavati potrebe za grijanjem zimi dok ostaje hladna ljeti bez korištenja mehaničkih uređaja. Idealna pasivna solarna kuća za održavanje ugodne temperature ne koristi nikakve pokretne mehaničke uređaje niti naprave. Za cirkuliranje zraka koristi se samo prirodna cirkulacija zraka. Jedan od ključnih faktora prilikom projektiranja takve kuće je svakako maksimalna iskoristivost značajki lokalne klime, a po želji se mogu i integrirati solarni uređaji za toplu vodu i struju.<sup>96</sup>

Prvi koncept solarne kuće izgrađen je u Freiburgu, u Njemačkoj, koja je tada bila jedna od tehnološki najnaprednijih u svijetu, a na njoj su brojni proizvođači iskušavali nove materijale i

---

<sup>94</sup> ÖGUT: Pass net Project: Current situation of Passive House in Europe (<http://www.pass-net.net/situation/index.htm#country> – 16.1.2015.)

<sup>95</sup> Op.cit.pod.83. , str.8.

<sup>96</sup>Radović M: Moj dom : Pasivne solarne kuće (<http://moj-dom.me/gradnja/pasivniskoenergetski-objekti/pasivne-solarne-kuce/> - 16.1.2014.)



opremu. Na kraju je sve ispalo dosta različito, no dobro i u konceptualnom smislu i u realizaciji.<sup>97</sup>

Pasivne solarne građevine najčešće imaju tlocrt u obliku pravokutnika ako se gleda odozgora, tako da je jedna stranica pravokutnika duža od druge da bi se maksimalno iskoristio utjecaj Sunca. Duža stranica mora biti okrenuta uzduž osi istok-zapad, tako da je cijela duža stranica građevine izložena Suncu koje dolazi s juga (obrnuto ako se nalazimo u južnoj Zemljinoj polutki).<sup>98</sup>

Postoje tri principa pasivne solarne gradnje koja koriste Sunce kao primarni izvor energije i topline, te koriste njegovu energiju za akumulaciju. To su:

- Direktna zahvat sunčevog zračenja
- Trombov zid
- Staklenik na južnoj strani<sup>99</sup>

Direktna zahvat Sunčevog zračenja je najjednostavniji oblik pasivne tehnike grijanja prostora. Sunčeva svjetlost direktno ulazi kroz prozore na južnoj strani kuće, izravno zagrijava prostor, čak i za oblačnih dana. Tako se toplota akumulira u konstrukciji i elementima zgrade, a tijekom noći vraća se okolini. Prozori su postavljeni na način da upijaju zračenje niskog zimskog Sunca. Prozori tako izloženi Suncu koriste 60–75% Sunčeve energije

Ovdje treba voditi računa u gradnji o ispravnoj veličini i položaju prozora i staklenih površina na kući, kako bi se mogao osigurati maksimalni solarni dobitak tijekom zimskog dana, te kako bi se spriječio preveliki gubitak topline za vrijeme noći i oblačnih dana, do kojeg mogu dovesti nepravilno postavljeni prozori. Zato se za ove namjene koriste izostakla i kvalitetni okviri sa što nižim koeficijentom prolaza topline. U pravilu se na južnu stranu postavljaju najveći prozori dok se na preostale tri strane postavljaju manji prozori kako bi se osigurao prodor danjeg svjetla u cijelu kuću. Prednosti direktnog sunčevog zračenja su što je to vrlo jednostavan sustav, te su prozori jeftini oblik solarnih kolektora topline, te se trošak gradnje solarne pasivne kuće može usporediti s troškom gradnje obične kuće, a glavni nedostaci su što ultraljubičasto zračenje

---

<sup>97</sup>CHEE IPA :Mađarska – Hrvatska(2015): Primjer dobre prakse - Solarna kuća u Osijeku (<http://www.chee-ipa.org/hr/energetska-efikasnost/primjer-dobre-prakse-solarna-kua-u-osijeku> - 16.1.2014.)

<sup>98</sup> Wikipedija.org,xxx(2015): Pasivna sunčeva arhitektura ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Pasivna\\_sun%C4%8Deva\\_arhitektura](http://hr.wikipedia.org/wiki/Pasivna_sun%C4%8Deva_arhitektura) – 2.2.2015.)

<sup>99</sup> Koški Ž., Zorič G., eGFOS (2010) : Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim kućama, časopis e-GFOS (<http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-1/akumulacija-sunceve-energije> - 17.1.2015.)



prodire unutar kuće i tkanine i slike mogu s vremenom izblijedjeti, zatim kod takvog koncepta postoji problem manjka privatnosti ukoliko je kuća blizu obližnjih kuća, te postoji gubitak topline kroz pod kuće.<sup>100</sup>

*Slika 31: Pasivna solarna kuća prema principu direktnog sunčevog zahvata*



Izvor: <http://www.mojentrijer.rs/gradnja/pasivne-kuce-cuvaju-okolinu>

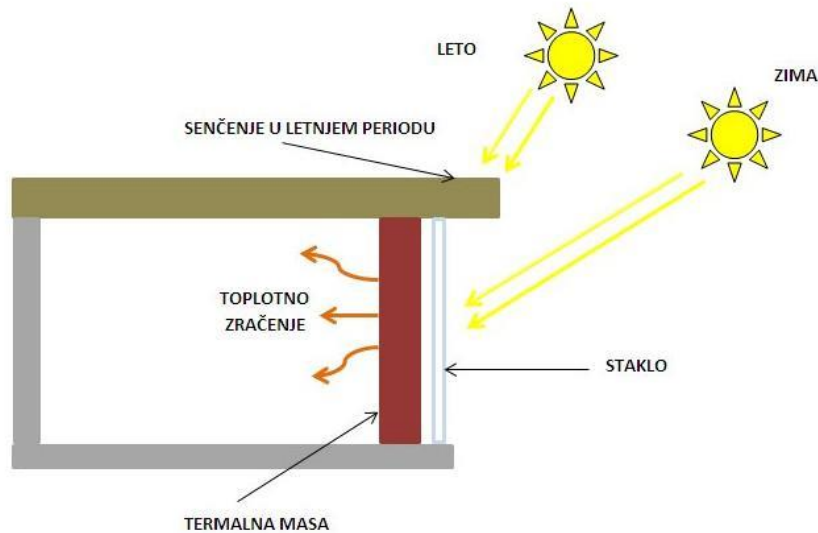
Trombov zid kao koncept pasivne solarne gradnje izumio je u mjestu Odeju u Francuskoj Felix Tromb 1965. godine. On sagradio kuću s tamnim zidom na južnoj strani, koji je po njemu dobio naziv Trombov zid. Trombov zid je okrenut prema Suncu i zamišljen kao pasivni solarni kolektor. Zid je istovremeno služio za apsorpiranje topline, za akumulaciju topline i kao tijelo za zagrijavanje unutrašnjih prostorija. Trombov zid obično se izrađuje od opeke, betona ili kamena. Na udaljenosti 2-10 cm ispred zida nalazi se staklo. U praksi se koriste dvije konstrukcijske varijante Trombovog zida: bez otvora i s otvorima pri osnovi i vrhu zida. Nakon prolaska kroz staklo, Sunčevo zračenje pada na Trombov zid i zagrijava ga. Brzina prenošenja topline s vanjske na unutrašnju stranu zida zavisi od materijala od kojega je napravljen i njegove debljine. Prednosti koncepta trombovog zida su ugodna toplina elemenata zgrade, nema pokretnih dijelova i nema skoro nikakvog održavanja te se mogu koristiti jeftini klasični

---

<sup>100</sup> Op.cit.pod.99

građevinski materijali, a nedostaci su što vanjski zidovi postaju izvor gubitaka topline tijekom oblačnih perioda.

Slika 32: Trombov zid

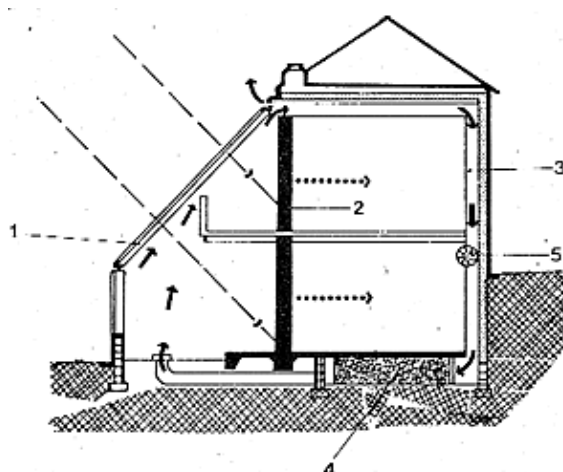


Izvor: <http://www.ekoneimar.com/solarno-grejanje-prostorija/>

Treći posljednji koncept pasivne solarne gradnje je staklenik ili zimski vrt na južnoj strani. Stakla omogućavaju prodor topline, a iza staklenika se nalazi masivan i tamno obojen zid koji apsorbira sunčevo zračenje i toplinu koje ulazi kroz stakla. Staklenik može poslužiti za uzgoj bilja i kao prostor za druženje. Prednosti staklenika su velika vidljivost i kontakt sa okolinom, maksimalna svjetlost tokom dana i upijanje topline, te štiti biljke od vremenskih uvjeta, a nedostaci su što ako je staklenik loše izveden, može doći do pojave kondenzatna, plijesni i gljivica.<sup>101</sup>

<sup>101</sup> Op.cit.pod.99.

Slika 33: Pasivna solarna kuća sa staklenikom na južnoj strani



Izvor: <http://www.planeta.rs/41/16%20energija.htm>

Pravilnim odabirom i rasporedom bilja oko kuće također je moguće u značajno mjeri pridonijeti uspješnom funkcioniranju pasivne kuće, naravno, ukoliko se pruža ova mogućnost. Listopadno drveće na južnoj strani kuće po ljeti će dodatno štiti od vrućeg sunčevog sjaja, dok po zimi, kada lišće otpadne, neće stvarati preveliku zapreku ulasku sunčevih zraka u objekt. Na sjevernoj strani najbolje je posaditi zimzelene biljke koje će objekt čuvati od hladnih zimskih sjevernih vjetrova i time smanjiti gubljenje topline iz istog.<sup>102</sup>

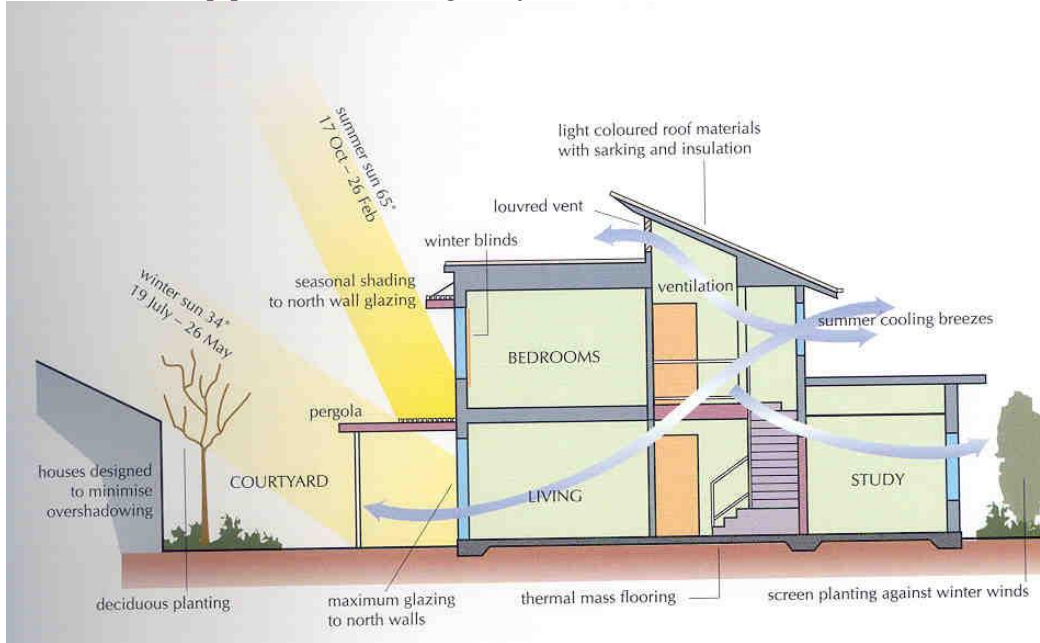
Pasivna solarna kuća u gradnji ne mora biti skuplja od klasične kuće a ona je cjenovno u istom razredu kao i investicija u običnu pasivnu kuću ili jeftinija jer suština pasivne solarne kuće leži u dobrom položaju i dizajnu koji se oslanjaju na kretanja i svojstva Sunca, a ne na tehnologiji i materijalima. Razlika između pasivne i solarne pasivne kuće leži samo u pažljivom projektiranju i optimiranju gore navedenih parametara, što znači da se prilikom gradnje ne koriste posebni skupi visokotehnološki materijali ili metode gradnje.<sup>103</sup> Procjene u uštedi energije za grijanje zimi se kreću od 20-50%. Također, i postojeće objekte je moguće djelomično prilagoditi po gore navedenim načelima, ali naravno, maksimalni učinci se mogu postići tek pri gradnji novog objekta.<sup>104</sup>

<sup>102</sup> Zelena energija.org, xxx (2014): Šta je pasivna solarna kuća i kako funkcionira- 24.11.2014. (<http://www.zelenaenergija.org/clanak/sta-je-pasivna-solarna-kuca-i-kako-funkcionira/2033> - 17.1.2015.)

<sup>103</sup> Op.cit.pod.96.

<sup>104</sup> Paun C. (2011): Build it solar: Cristian's Earth Sheltered Passive Solar Home in Romania- 4.3.2011. (<http://www.builditsolar.com/Projects/SolarHomes/Romania/CristianHouse.htm> - 17.1.2014.)

Slika 34: Princip pasivno solarne gradnje



Izvor: <http://mudbrix.com/blog/wp-content/uploads/2011/01/solarshading-.jpg>

## 6.6. KUĆA NULTE ENERGIJE

Europska direktiva 2010/31/EU o energetske svojstvima zgrada propisuje obvezu da do 31. prosinca 2020. godine sve nove zgrade moraju biti skoro nulto energetske, a sve nove zgrade javne namjene do 31. prosinca 2018. godine.<sup>105</sup>

Kuća nulte potrošnje noviji je primjer temelja pasivne gradnje. Na tehničkom sveučilištu u Danskoj sustavnim provođenjem simulacija i optimizacijom dizajna na kraju je izgrađena prva kuća nulte energije.<sup>106</sup>

Kuća nulte energije je objekt s nultom neto energetske potrošnjom i nultom neto emisijom ugljičnog dioksida godišnje. S obzirom da su obnovljivi izvori energije primijenjeni na objektu uglavnom sezonski, u praksi kuća nulte energije periodično energiju dobiva iz energetske mreže, a periodično proizvodi energiju koju šalje direktno u energetske mrežu; iako postoje vrste kuća nulte energije koje su u potpunosti odvojene od mreže. Energija se unutar kompleksa

<sup>105</sup> Službeni list Europske unije(2010): Direktiva 2010/31/EU o energetske učinkovitosti, 12/Sv.3, 18.6.2010 str. 132 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32010L0031> – 17.1.2014.)

<sup>106</sup> ZABA,xxx:Passipedia: Zelena zona: Povijest pasivnih kuća ([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislim\\_globalno/povijest\\_pasivnih\\_kuca](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislim_globalno/povijest_pasivnih_kuca) - 17.1.2015.)

proizvodi uz pomoć različitih sustava za iskorištavanje obnovljivih izvora energije koji ne zagađuju okoliš te kuća nulte energije ima vrlo niske emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu. Postoji više različitih definicija kuće nulte energije:

1. Nulta neto potrošnja energije unutar kompleksa - količina energije proizvedena unutar kompleksa koristeći obnovljive izvore energije jednaka je količini energije koja je potrošena unutar kompleksa. Ovom definicijom se definira kuća nulte potrošnje u SAD-u .

2. Nulta neto potrošnja izvorne energije- kuća proizvodi istu količinu energije koju i potroši, a uz to mora proizvesti i energiju koja se troši prilikom transporta energije do kuće. S obzirom da ovaj tip u kalkulaciju uzima i gubitke prilikom prijenosa električne energije, ova vrsta kuće nulte energije mora generirati više električne energije od kuće s nultom neto potrošnjom energije unutar kompleksa.

3. Nulta neto energetska emisija - izvan SAD-a i Kanade, kuća nulte energije definira se kao kuća s nultom neto energetsom emisijom, a to je poznato još i kao kuća bez ugljičnog otiska ili kuća bez emisija. Pod ovom definicijom podrazumijeva se balansiranje ugljičnih emisija koje su generirane upotrebom fosilnih goriva unutar ili izvan kompleksa s količinom energije koja je unutar kompleksa proizvedena koristeći obnovljive izvore energije. Ostale definicije ne uključuju samo emisije ugljika u fazi korištenja kuće, već se dodaju i emisije nastale prilikom konstruiranja i izgradnje kuće. Postoje još i debate oko toga trebaju li se u kalkulaciju uzeti i emisije nastale zbog prijenosa energije prema kući i iz kuće natrag u mrežu.<sup>107</sup>

4. Nulta neto cijena energije- U ovom tipu kuće cijena kupovanja energije balansirana je s cijenom energije koja se prodaje mreži, a generirana je unutar kompleksa. Ovakav status ovisi o tome kako distributer energije nagrađuje generiranje energije unutar kompleksa (isplata, kompenzacija, ili nešto drugo).<sup>108</sup>

---

<sup>107</sup> Izvori energije.com, xxx(2009): Niskoenergetske i pasivne kuće – 1.3.2009. ([http://www.izvorienergije.com/niskoenergetske\\_i\\_pasivne\\_kuce.html](http://www.izvorienergije.com/niskoenergetske_i_pasivne_kuce.html) - 17.1.2014.)

<sup>108</sup> Kuća bez troškova, xxx(2014): Vrste energetske učinkovitih kuća (<http://www.kucabeztroskova.com/vrste-energetski-ucinkovitih-kuca/> - 17.1.2014.)

## 6.7. ENERGETSKI SAMODOSTATNA KUĆA

Energetski samodostatna kuća još se naziva i autonomna kuća (engl. autonomašu building,house with no bills), a zamišljena je da normalno funkcionira nezavisno od infrastrukturne podrške izvana. Prema tome nema priključka na mrežu za distribuciju električne energije, vodovod, kanalizaciju, odvodnju, komunikacijsku mrežu, a u nekim slučajevima nema ni priključka na javne prometnice. Autonomna kuća je mnogo više od energetski učinkovite kuće – energija se u ovom slučaju dobiva direktno iz prirode, odnosno okoline. Energetski samodostatna kuća je zgrada koja svu potrebnu energiju (grijanje, sanitarna voda itd. ) dobiva uglavnom iz sunčeve energije ili u nekim slučajevima iz malih vjetropostrojenja. U usporedbi s nultom-energetskom kućom tu su potrebne još veće površine sunčanih pretvornika i akumulatora za spremanje električne energije jer zgrada nije priključena na javnu energetsku mrežu. Ljetni višak električne energije sprema se za zimsko razdoblje.<sup>109</sup>

## 6.8. PLUS ENERGETSKA KUĆA

Kuća s viškom energije (engl. energy plus house) je kuća koja u prosjeku tokom cijele godine proizvede više energije koristeći obnovljive izvore energije nego što je uzme iz vanjskih sustava. Ovo se postiže upotrebom malih generatora električne energije, nisko energetskih tehnika gradnje poput pasivnog solarnog dizajna kuće te pažljivog odabira lokacije za kuću. Plus-energetska kuća oslanja se na koncept energetski samodostatne kuće, no dizajnirana je da stvara viškove energije. Dobivanje električne energije u sunčevim ili vjetru pretvornicima je tako veliko da se postiže višak. To se postiže aktivnim iskorištavanjem sunčeve energije i iskorištavanjem svih mogućih energetskih ušteda. U nekim razvijenim državama distributeri električne energije kupuju višak energije iz takvih kuća i tim pristupom kuća umjesto troška predstavlja izvor prihoda za vlasnika.<sup>110</sup>

---

<sup>109</sup> UNDP HR,xxx(2015): Zeelena.com.hr: Autonomne kuće i kuće s viškom energije – 18.1.2015.

([http://zeelena.com.hr/autonomne\\_kuce/](http://zeelena.com.hr/autonomne_kuce/) - 19.1.2015.)

<sup>110</sup> Ibidem.109.



## 7. ZELENA GRADNJA

Zelena gradnja ili još kako se još spominje prirodno graditeljstvo prije svega podrazumijeva smanjenje utjecaja same gradnje na okoliš, pri čemu ne govorimo samo o energetske učinkovitosti, već i ekološki prihvatljivijim materijalima te smanjenjem količine građevinskog i ostalog otpada koji nastaje u procesu gradnje, ali i razgradnje postojećih zgrada koje više ne služe svojoj izvornoj funkciji. Ipak kada postavimo priču prema prioritetima, vrlo često se u kontekstu takve gradnje prije svega govori samo o energetske učinkovitosti, nešto manje o ekološki prihvatljivim materijalima, a o količini otpada u procesu gradnje i njenom smanjenju se vrlo malo govori i je često na posljednjem mjestu.<sup>111</sup>

Prirodno graditeljstvo podrazumijeva korištenje isključivo prirodnih materijala za gradnju i uređenje objekata. U prirodnom graditeljstvu se koriste prirodni i reciklirani materijali. Najčešći materijali su slama, drvo, kamen, zemlja, cigla, ovčja vuna, trska. Tipovi gradnje su kuće od slame, kuće od nabijene zemlje, drveta, kamena, te gradnja zelenih krovova prekrivenih travom, slamnatih i krovova od drvene šindre. Prirodno graditeljstvo brine o energetske učinkovitosti i koristi obnovljive izvore energije za funkcioniranje objekata.<sup>112</sup>

Zelena gradnja je prilika za sudionike da bolje ulažu, smanje utjecaj gradnje na okoliš, poboljšaju kvalitetu unutrašnjeg okoliša za stanare i smanje troškove vezane uz upravljanje građevinom. Ona obuhvaća cjelovit proces osmišljavanja, izvedbe, održavanja, korištenja i obnove objekata, temeljen na principu održivosti.

Pojam ekološke gradnje ili prirodnog graditeljstva se često izjednačava s pasivnom kućom. Ali, pasivna kuća podrazumijeva samo energetske učinkovitost, a zelena gradnja počiva na holističkom pristupu<sup>113</sup>. Kao što u medicini holistički princip podrazumijeva cjelovit pristup ljudskom zdravlju cijelog tijela a ne samo pojedinih organa, tako i zelena gradnja uzima u obzir sve aspekte održivosti zgrade - iskorištenje građevinskog zemljišta, povezanost sa susjedstvom i servisima dostupnim korisnicima, načinu i količini potrošnje voda, krajobrazu, rješenjima i

---

<sup>111</sup>Zelena energija.org, Szekeres I. (2013): Kako povezati energetske ucinkovitost i zelenu gradnju – 24.4.2013. (<http://www.zelenaenergija.org/hrvatska/clanak/kako-povezati-energetsku-ucinkovitost-i-zelenu-gradnju/6119> - 18.1.2015)

<sup>112</sup> Šišak M., ZMAG: Vodič kroz centar znanja - Reciklirano imanje : Energija za budućnost, ZMAG, str.20 (<http://www.rosalux.rs/userfiles/files/brosura%20ENERGIJA%20ZA%20BUDUCNOST%20za%20web.pdf> – 18.1.2015.)

<sup>113</sup> Alfa portal,xxx: Holistički pristup zdravlju – ne liječiti bolest, već čovjeka (<http://www.alfa-portal.com/holisticki-pristup-zdravlju-ne-lijeciti-bolest-vec-covjeka/> - 19.1.2015.)

ambijentu interijera, brigu o zdravlju korisnika, odabir i način upotrebe materijala, emisiju stakleničkih plinova iz objekta, energetske učinkovitost, korištenje obnovljivih i alternativnih izvora energije te cjelovitu funkcionalnost objekta. Zelena gradnja ne podrazumijeva samo korištenje novih materijala nego pretpostavlja i određenu kulturu življenja, stanovanja i korištenja prostora koja je u harmoniji s održivim razvojem.<sup>114</sup>

Europske su građevine odgovorne za emisiju 50% ugljičnog dioksida, 35% potrošnje materijala, 45% potražnje energije i do 35% otpada. Ti zastrašujući podaci o lošem utjecaju na okoliš učinili su prirodno graditeljstvo jedinom opcijom za budućnost graditeljstva. Analiza 12 portfelja građevina u SAD-u dokazala je da investirati u zelenu gradnju znači: 6% više rente, 16% više prodajne cijene, 27% više zadovoljstva korisnika, 13% niži troškovi održavanja, 26% manje potrošnje energije, 33% manja emisiju CO<sub>2</sub>. Javno je priznato da zelene građevine diljem svijeta uživaju u jasnim tržišnim prednostima koje uobičajeni projekti nemaju, one nagrađuju svoje vlasnike većom isplativošću i poželjnošću i nagrađuju svoje korisnike sa nižim operativnim troškovima i kvalitetom unutrašnjeg okruženja; i povrh svega čuvaju prirodu – smanjenim negativnim utjecajem na okoliš. Međunarodne studije potvrđuju da je investicija u zelenu zgradu samo oko 2 % skuplja od investicije u standardnu zgradu. Analize pokazuju da se povrat investicije na europskom i svjetskom nivou mjeri između 5 do 7 godina. U Hrvatskoj se procjenjuje da zbog teže dostupnosti nekih rješenja, znanja i tehnologija u zelenu zgradu treba uložiti između 5% i 7% više nego u standardnu zgradu. Kao i u svakoj tržišnoj grani, porast razine informiranosti, znanja, ali i ponude sirovina, znanja i proizvoda, te novih tehnologija, utjecat će na razvoj tržišta zelene gradnje.<sup>115</sup>

Zelena gradnja minimizira potrošnju energije u svim fazama vijeka trajanja zgrade, od ideje i realizacije, do krajnje eksploatacije, čineći nove i obnovljene zgrade ugodnijima, jeftinijima za održavanje i prikladnijim za okoliš. Koristi integriranje tehnologija za primjenu obnovljivih izvora energije i za postizanje manje emisije CO<sub>2</sub> u okoliš radi optimalne opskrbe zgrade energetske resursima pri čemu je projekt građevine maksimalno učinkovit i usklađen s

---

<sup>114</sup>Jutarnji list, xxx(2010): Zelena gradnja - jedini izbor za buduće investicije – 13.7.2010.

(<http://www.jutarnji.hr/zelena-gradnja---jedini-izbor-za-buduce-investicije/846304/> - 19.1.2015.)

<sup>115</sup> Budak B., Likan V., (2009): Zelena gradnja u Hrvatskoj, Treći hrvatski forum o održivoj gradnji, Zagreb, 14.11.2009.

([http://www.holcim.hr/fileadmin/templates/HR/doc/3\\_HFOG\\_Vedrana\\_Likan\\_Savjet\\_za\\_zelenu\\_gradnju.pdf](http://www.holcim.hr/fileadmin/templates/HR/doc/3_HFOG_Vedrana_Likan_Savjet_za_zelenu_gradnju.pdf) - 19.1.2015.)



prirodnim okolišem. Korištenjem manjih količina građevinskog materijala, te materijala veće kvalitete i trajnosti, stvaraju se manje količine građevinskog otpada.

## **7.2. MEĐUNARODNI CERTIFIKATI ZELENE GRADNJE**

LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design) je međunarodno priznati certifikat za sustav zelene gradnje, kojim se osigurava potvrda da je građevina dizajnirana i izgrađena s ciljem i primjenom smanjene potrošnje energije, bolje uporabe vode, smanjenja ispuštanja CO<sub>2</sub>, te poboljšanja uvjeta u interijerima. LEED® je jedan od najšire prihvaćenih i najcjenjenijih sustava za nezavisnu ocjenu zelene gradnje s više od 6,000 certificiranih projekata i 28,000 registriranih projekata u više od 100 zemalja.<sup>116</sup>

BREEAM je vodeća svjetska metoda procjena utjecaja na okoliš i sustav bodovanja za zgrade, sa 200.000 zgrade s certifikatom BREEAM procjene ocjene i preko milijun registriranih za procjenu od pokretanja 1990. BREEAM postavlja standarde za najbolju praksu održivog dizajna gradnje, konstrukcije i upravljanja, te je postao jedan od najopsežnijih i široko priznatih mjera zaštite performansi zgrade. BREEAM procjena koristi priznate mjere izvođenja, koja su postavljena protiv osnovnih mjerila, da bi se ocijenila specifikacija zgrade, projektiranje, izgradnja i uporaba. Mjera koje se rabe predstavljaju širok spektar kategorija i kriterija iz energije i ekologije. Oni uključuju aspekte koji su povezani s energijom i korištenjem voda, unutarnjom okolinom, zagađenjem, transportom, materijalima, otpadom, ekologijom i upravljanjem procesima.<sup>117</sup>

DGNB (German Sustainable Building Council) koji je priznat službeni član mreže Savjeta za zelenu gradnju – lansirao je u Europi najnoviji sistem certificiranja zgrada po principu zelene gradnje u 2008. godini. German Sustainable Building Council ima mnoge slične teme kao više poznati LEED, BREEAM i Green Start sistem, ali stavlja veći naglasak na Analizu životnog ciklusa materijala i troškova, te tretira lokaciju građevine na drukčiji način. Sistem dodjeljuje bodove kroz 6 tema: ekološka kvaliteta, ekonomska kvaliteta, socijalno -kulturološka i funkcionalna kvaliteta, tehnička kvaliteta i kvaliteta procesa. Kvaliteta lokacije se razmatra odvojeno, ali ne pridonosi ukupnoj ocjeni zgrade. Od lansiranja Njemačkog sustava

---

<sup>116</sup> HSZG: Leed certifikat (<http://www.gbccroatia.org/hr/o-nama/edukacija/leed-edukacija/> - 20.1.2015)

<sup>117</sup> HSZG: Breeam certifikat (<http://www.gbccroatia.org/hr/o-nama/edukacija/breeam-edukacija/> - 20.1.2015.)

certificiranja zgrada, German Sustainable Building Council je razvio sustave za ocjenjivanje novogradnje i postojećih zgrada.<sup>118</sup> Od listopada 2010 njemački sustav certificiranja zgrada je dostupan za međunarodne projekte. German Sustainable Building Council je prvenstveno postigao da kroz širenje svoje mreže međunarodnih partnerskih organizacija prilagodi svoj sustav certificiranja da bude u praksi i zakonskim okvirima uključenih zemalja. DGNB priprema međunarodni sustav certificiranja za sve zemlje koje još nisu zastupljene u mreži. Ovaj sustav biti će temeljen na trenutnim europskim standardima i građevinskim propisima, te će sadržavati potrebne europske podatke za izradu procjene životnog ciklusa.

### **7.3. SAVJET ZA ZELENU GRADNJU**

Svjetski Savjet za zelenu gradnju (WorldGBC) je mreža nacionalnih savjeta zelene gradnje (GBCs) iz cijelog svijeta, što je najveća međunarodna organizacija koja utječe na tržište zelene gradnje. Savjeti za zelenu gradnju su organizacije s članovima, a kroz partnerstvo s industrijom i suradnju s vladom sudjeluju u transformaciji građevinske industrije prema održivosti usvajanjem prakse zelene gradnje. U više od 90 zemalja, Savjeti za zelenu gradnju stvaraju promjene na svojim lokalnim tržištima, globalizirajući ekološki i društveno odgovorne standarde gradnje. U radu Savjeta za zelenu gradnju u svijetu uključeno je gotovo 50.000 ljudi iz 25.000 kompanija; do sada je certificirano prema međunarodnim certifikatima zelene gradnje gotovo 100.000 zgrada što je oko 1 mlrd m<sup>2</sup>.

Svjetski Savjet za zelenu gradnju predstavlja prednosti i isplativost zelenih zgrada. Početkom ožujka 2013. objavljen je novi izvještaj WGBC-a koji ističe financijsku vrijednost. Izvješće, "Poslovna strana zelene gradnje: Pregled troškova i koristi za građevinare, investitore i stanare," ispituje je li ili nije moguće odnosom troškova i koristi zelene gradnje osigurati visoku financijsku vrijednost. Danas je zelena gradnja dostupna po cijeni usporedivoj s konvencionalnom gradnjom, a ulaganje se može nadoknaditi kroz uštedu na operativnim troškovima, te s pravim dizajnerskim rješenjima stvoriti više produktivnosti na svakom radnom mjestu. Glavna otkrića u izvješću su da postoji ukupni trend smanjenja troškova povezanih s projektiranjem i izgradnjom zelenih zgrada dok su propisi za gradnju širom svijeta postali

---

<sup>118</sup> ZABA,xxx: Zelena zona: Međunarodni certifikati zelene gradnje ([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/zeleni\\_poslovi/medunarodni\\_certifikati\\_zelene\\_gradnje](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/zeleni_poslovi/medunarodni_certifikati_zelene_gradnje) - 20.1.2015.)

stroži, opskrbni lanci za zelene materijale i tehnologiju se šire, a industrija postaje vješta u stvaranju zelenih zgrada. Vrijednost zelene imovine raste. Dok investitori i stanari postaju sve bolje obaviješteni o tome i zabrinutiji za prirodu i socijalne utjecaje izgrađenog okoliša, zgradama s boljom potvrdom održivosti povećava se konkurentnost. Osim toga, pokazala se veza između zelenih svojstava zgrade i sposobnosti tih zgrada da na nekim tržištima, kako bi lakše privukli stanare, određuju veće cijene najma i prodajne cijene. Zelene zgrade pokazale su kako je moguće uštedjeti novac kroz smanjenu potrošnju energije i vode i nižim dugoročnim cijenama korištenja i održavanja. Samo ušteda energije obično prelazi svaku cijenu premije u razumnom razdoblju isplate zahvaljujući dizajnu i izgradnji. Sve je više dokaza koji ukazuju da fizikalna svojstva zgrade i zatvorena okruženja mogu utjecati na produktivnost radnika i zdravlje i dobrobit stanara, što je rezultiralo krajnjim pogodnostima za poduzetnike. Faktori održivog rizika značajno mogu utjecati na prihod od najma i buduću vrijednost nekretnina, što utječe na povrat investicije. Regulatorne odluke postale su sve češće u zemljama i gradovima diljem svijeta, uključujući i obvezno objavljivanje, građevinske propise i zakone o zabrani neučinkovite gradnje.<sup>119</sup>

Savjet za zelenu gradnju u Hrvatskoj osnovan je 2009. godine kao neprofitna organizacija koja služi kao platforma za promicanje prakse zelene i održive gradnje u Hrvatskoj. Danas broji oko 100 članova iz gospodarskog, javnog, akademskog, strukovnog i institucionalnog sektora. Svrha Savjeta za zelenu gradnju u Hrvatskoj je poticati i provoditi promjene u načinu planiranja i gradnje građevinskih projekata na održiv način, a uzimajući u obzir društvenu odgovornost, ekonomsku isplativost, očuvanje okoliša i interes korisnika takvih objekata. Cilj Savjeta je voditi transformaciju hrvatskog tržišta graditeljstva i nekretnina prema održivosti promovirajući tehnologije i programe zelene gradnje, kao i integraciju novostečenih znanja u projektiranje, izvođenje i funkcioniranje građevina u Hrvatskoj. Savjet je u kratkom vremenu svog postojanja prepoznat kao pokretač i vrijedan izvor znanja i iskustava na temu zelene gradnje u Hrvatskoj.<sup>120</sup>

---

<sup>119</sup>24 sata, Savjet za zelenu gradnju(2013): Savjet za zelenu gradnju govori o zelenim zgradama u svijetu, 4.4.2013. ( <http://www.24sata.hr/niskoenergetska-kuca/svjetski-savjet-za-zelenu-gradnju-govori-o-zelenim-zgradama-308997> - 20.1.2015)

<sup>120</sup>HSZG: Hrvatski savjet za zelenu gradnju (HSZG) ([http://www.gbccroatia.org/stranice/hrvatski-savjet-za-zelenu-gradnju-\(hszg\)/41.html](http://www.gbccroatia.org/stranice/hrvatski-savjet-za-zelenu-gradnju-(hszg)/41.html) - 20.1.2015.)

## 8. GRADNJA PRIRODNIM MATERIJALIMA

Ekološki prihvatljivi građevinski materijali su oni koji najmanje štetno utječu na okoliš. Većina građevinskog konstruktivnog materijala poput čelika, aluminija, cementa, gline, pijeska, kamena i dr. proizvodi su rudarske industrije. Iskop i prerada ovih materijala u građevinske materijale najčešće se obavlja proizvodnim i prerađivačkim procesima koji nepovoljno djeluju na okoliš. Radi se o neobnovljivim izvorima. Ekološki građevinski materijali zahtijevaju jednostavniju tehnološku obradu, manju potrošnju energije, dobavljaju se iz lokalnih izvora, obnovljivi su i mogu se reciklirati. Ti materijali imaju i vrhunska svojstva u pogledu održavanja, toplinskih karakteristika, stabilnosti i trajanja. Važno je i to da je materijal i sustav gradnje primjeren geografskim karakteristikama zemljišta, klimi, seizmičkoj aktivnosti i dr. Prirodni materijali sve više ponovno zaokupljaju pažnju graditelja, te se gradnja sve više okreće tradicijskom graditeljstvu. Takvi materijali su slama, ilovača i drvo i kamen koje odlikuju brojna izuzetna svojstva koja pogoduju ugodnom življenju u prirodnom ambijentu.

*Slika 35: Selo Krapje u Hrvatskoj, primjer gradnje prirodnim materijalima i Selo graditeljske baštine i europski spomenik kulture A - kategorije*



Izvor: <http://www.idemvan.hr/mjesto/krapje-selo-graditeljske-bastine/4121/>

## 8.2. KUĆE OD SLAME

Slama je prirodni materijal, odnosno poljoprivredni nusprodukt, a kako se uglavnom koristi za podlaganje stoke u štalama, moguće ju je nabaviti po relativno niskoj cijeni. Slama ima izuzetna izolacijska, sli i statička svojstva. Mogućnosti koje pruža tehnika gradnje slamom su neograničene. Kuće od slame mogu se graditi na više načina. Slama može biti i nosivi element, a može se koristiti i kao ispuna gdje je strukturni element drvo, metal ili beton. Slama omogućava gradnju nepravilnih oblika pa svaka kuća može biti i umjetničko djelo. Sa aspekta održivosti, slama je obnovljivi materijal koji se može proizvoditi iz godine u godinu, a energija ja proizvodnju dolazi od Sunca.<sup>121</sup>

Ključni pojam za razumijevanje slame kao građevnog materijala i gradnju kuća od slame je koncept izgradnje faktor 10, po kojem se znatno smanjuje energija za gradnju građevina i energija za vrijeme trajanja eksploatacije građevine za deset puta, a kuće od slame troše deset puta manje energije u odnosu na konvencionalnu izgradnju.<sup>122</sup>

U kućama od slame zrak je daleko kvalitetniji nego li u kućama od suvremenih građevnih materijala, jer za razliku od betona zidovi od slame dišu. Zbog toga je zrak u njima svježiji, a uz to slama je prirodni materijal koji ne sadrži štetne tvari, primjerice poput formaldehida, koji isparava iz suvremenih građevnih materijala. Bale slame omogućavaju izuzetnu zvučnu i toplinsku izolaciju. Slama je u balama prilično stiješnjena, čime je smanjuje propusnost zraka, a onaj u njoj djeluje kao izolator. Zbog ovakve strukture, u balama nema dovoljno kisika, pa se ne mogu zapaliti. Ožbukani zidovi štite slamu od vanjskih utjecaja, a time se opasnost od požara smanjuje na minimum. Za žbukanje slamnatih zidova koristi se žbuka na bazi vapna. Osim što je ovakav način oblaganja zidova prirodniji i tradicionalniji, cementna žbuka stvorila bi sloj nepropusan za paru, koji bi spriječio isparavanje suviše vodene pare iz unutrašnjosti kuće a, time bi se neutraliziralo osnovno svojstvo zbog kojeg se odlučujemo za slamu u građevinarstvu, a to su zidovi koji dišu.

Sukladno građevinskim propisima koeficijent toplinske provodljivosti ne smije prelaziti 0,35 W/m<sup>2</sup>K, dok se u Europskoj uniji teži ka tome da se taj koeficijent smanji na 0,25, a slama omogućava da on bude čak dvostruko manji i od toga. Izvedba drvenih konstrukcija s

---

<sup>121</sup> Op.cit.pod.48., str.14.

<sup>122</sup> Glasnović Z., Horvat J., Omahić D. (2008): Slama kao superiorni građevinski materijal, Tehnoeko, svibanj 3/2008, str 14. (<https://www.fkit.unizg.hr/news/31890/Tehnoeko%20-%20Slama.pdf> – 21.1.2015.)

izolacijom od slame ispunjava i sve požarne zahtjeve (B2 – normalna zapaljivost, F90 min – požarna otpornost) što znači da se kao konstrukcijski element može ugrađivati u obiteljske kuće. Toplinska provodljivost slame je između 0,09 i 0,13 W/mK, a prolaz topline pri debljini 20 cm između 0,45 i 0,66 W/m<sup>2</sup>K<sup>123</sup> Kad bi se u građevinu od balirane slame još ugradila i načela pasivne solarne gradnje, kao što su termalna masa i velike staklene površine sa sunčane strane, dobili bismo energetski izuzetno učinkovit objekt. Ovakva gradnja znatno smanjuje količine fosilnih goriva potrebnog za zagrijavanje tijekom zime, što naravno rezultira smanjenjem emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu.<sup>124</sup> Slama može poslužiti kao osnovni građevni element ili se može primjenjivati kao građevni materijal u kombinaciji s drvenim ili drugim (betonskim ...) nosivim konstrukcijama. Ukoliko se slamom ispunjava prostor između noseće konstrukcije, mogućnosti su neograničene, a ovakav način gradnje prihvatljiv je čak i u gradnji višekatnica, pa i nebodera. Zidovi od balirane slame vrlo su izdržljivi, pa tako lako podnose statičko opterećenje konstrukcijom krova ili dodatne etaže.<sup>125</sup>

Postoji više različitih vrsta gradnje od bala slame. Postoji tzv. Nebraska metoda u kojoj su bale slame ujedno i nosivi zidovi koji nose težinu krova. Zatim postoji metoda laganih konstrukcijskih okvira gdje se krov postavlja prije gradnje nosivih zidova od slame, te metoda ispune slamom gdje je konstrukcija drvena i drvene grede su nosivi elementi, a slama služi kao ispuna za zidove. Postoji i metoda zidanja balama slame. Nebraska metoda potječe iz SAD-a. Kod ove metode bale slame nose težinu krova. Ovo je najjednostavnija metoda i najzabavniji način gradnje slamom.<sup>126</sup> Kod metode laganih konstrukcijskih okvira radi se krovšte prije nego se izgrade slamnati zidovi i na taj način se kuća štiti od vremenskih neprilika tokom procesa gradnje. U metodi ispune slamom težinu krova nosi drveni, čelični ili betonski kostur, a bale slame služe za popunjavanje. Ova metoda pruža veću stabilnost za okvire prozora i vrata, ali puno je kompliciranija od nebraska metode i zahtjeva veće količine drvene ili metalne građe zbog čega je skuplja i ostavlja veće posljedice na okoliš. Metoda zidanja sa slamom se slabo koristi zbog problema vlage kojeg zidanje cementom stvara.

Način gradnje ovisi o osobnom ukusu ili o zakonodavnom okviru koji propisuje način gradnje slamom. U Hrvatskoj trenutno ne postoji mogućnost gradnje kuća od slame, no postoji

---

<sup>123</sup> Op.cit.pod.66., str. 836

<sup>124</sup> Wikipedija.org,xxx(2013):Kuća od slame ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Kuća\\_od\\_slame](http://hr.wikipedia.org/wiki/Kuća_od_slame) – 21.1.2015.)

<sup>125</sup>Gradnja.org, xxx(2011):Stari materijal za gradnju budućnosti , 2.6.2011.

(<http://www.gradnja.org/vijesti/materijali/671-stari-materijal-za-gradnju-buducnosti.html> - 21.1.2015.)

<sup>126</sup> Jones B.(2006) : Priručnik za gradnju kuća od bala slame, Siniša Kos - Mursko Središće, 2006., str. 16

(<https://bs.scribd.com/doc/100924284/Prirucnik-za-gradnju-kuca-od-bala-slame> – 22.1.2015.)



moćnost korištenja tehnike ispune zidova slamom, ali je jako komplicirano ishodovati potrebnu papirologiju.

Proizvodnja slame je u ovom trenutku veća od njene potražnje i jedan dio proizvedene količine završi kao prirodni otpad. Cijena bale slame se kreće po cijeni od 3 do 10 kuna po komadu. Za objekt od 100 kvadratnih metara građenog od bala slame potrebno je oko 400 bala slame, što je 4000 kuna i to je daleko puno manje od cigle ili betona.<sup>127</sup>

Danas su neke tvrtke standardizirale proizvodnju kuća od slame. Postoje dva tipa proizvodnje takvih kuća. Jedan tip je pomoću panela izrađenih od drvene konstrukcije i ispunom od bala slame, kao što na primjer proizvodi britanska tvrtka ModCell. ModCell je kratica za pojam modularna celuloza. Njihovi paneli koriste se za montažnu gradnju. Drugi tip su paneli od prešane slame gdje se slama strojno preša i oblaže kartonom ili zaštitnom folijom te postoje razne širine ovisno o namjeni.<sup>128</sup>

Slika 36: Paneli od bala slame ModCell

**moduli con paglia\_parete**

Performance energetiche dei pannelli ModCell®, dimensioni 3x3,2 m

Tip di pannello	Trasparenza al 50%*	CO <sub>2</sub> atmosferica assorbita (kg/m <sup>2</sup> )	Resistenza al fuoco (h:m)	Isolamento acustico (dB)**
Tradizionale	0,18-0,19	1400	< 2	50
Core	0,13-0,14	2000	0,5-1	50
Core+	0,10-0,11	3300	0,5-1	50

\* secondo UNI 2950  
\*\* secondo UNI 2952 - Calcolo normalizzato (R<sub>w</sub>)  
\*\*\* secondo UNI 2952

**ModCell® Tradizionali**

I pannelli ModCell® Tradizionali hanno una profondità di 480 mm e vengono consegnati con due finiture di rivestimento a misura applicate sia sulla facciata interna che su quella esterna. Una finitura ruvida, in 3 strati, viene applicata in loco da un operario specializzato, così come le finiture finali.

**ModCell® Core**

I pannelli ModCell® Core hanno una profondità di 427 mm, vengono finiti in officina e sono rivestiti a secco utilizzando pannelli frangisplumi al posto del rivestito di calce. La chiusura interna standard è data da una bacca di rivestimento, con montanti di supporto, pronta per ricevere diversi tipi di finitura mentre all'esterno, vengono usati appositi pannelli fissati in loco in legno, pronti per ricevere una varietà di opzioni di finitura e protezione delle pareti.

**ModCell® Core+**

I pannelli ModCell® Core+ hanno una profondità di 427 mm, sono realizzati in officina completamente a secco, e costituiscono un sistema di pannelli rivestiti a secco sui quali sono applicate quattro finiture al posto del rivestito di calce. La chiusura interna standard è data da una bacca di rivestimento, con montanti di supporto, pronta per ricevere diversi tipi di finitura. Esternamente, in aggiunta alla pannelatura di rivestimento trasparente, c'è un isolamento in fibra di legno frangisplumi con 7 mm di rivestito applicato come finitura superficiale finale.

La paglia (o alternativa la canapa) utilizzata come isolante proviene rigorosamente dalla zona, cioè, è un sottoprodotto dell'industria agricola locale, e non viene trattata.

Il legno lamellare, impregnato e già perforato, arriva imballato, minimizzando così le emissioni di CO<sub>2</sub> durante il trasporto.

Il telaio portante del pannello è assemblato in una struttura di produzione centralizzata a la sua Plytek Factory®, costruita entro 20 miglia dal luogo di costruzione.

Montaggi semplici e logici minimizzano i tempi di costruzione e consentono una rapida formazione della manodopera locale (o di studenti di architettura!).

Una volta montata la struttura a telaio di un pannello, si procede al riempimento di questo con paglia. Infilare un pannello su cui è stata inserita un'apertura.

Il riempimento con le balle di paglia può essere effettuato anche da personale non specializzato.

58 **spacchietta** 13 sistemi

59

Izvor: [http://euro-cell.org/files/cache/6e7d39951b74a3e2c34212dd48dd8ddd\\_f109.jpg](http://euro-cell.org/files/cache/6e7d39951b74a3e2c34212dd48dd8ddd_f109.jpg)

<sup>127</sup> Op.cit.pod.48., str.14.

<sup>128</sup> Terradecor,xxx: Pregradni panel od slame (<http://terradecor.hr/proizvodi/pregradni-panel-od-slame/> - 22.1.2015.)

*Slika 37: Presjek panela od prešane slame*



Izvor: [http://terrdecor.hr/wp-content/uploads/2014/08/img\\_1323.jpg](http://terrdecor.hr/wp-content/uploads/2014/08/img_1323.jpg)

### **8.3. KUĆE OD DRVETA**

Drvo je najizdržljiviji građevinski materijal, lako ga je za nabaviti, lako se obrađuje, te se opet sve više prepoznaje kao najpoželjniji materijal za gradnju kuća zbog svojim ekoloških i ekonomskih prednosti.

Izgradnja drvenih kuća se razvila u podnebljima četinarskih šuma i to u metalno i brončano doba. Najstariji objekt izgrađen u drvu je kapela Sv. Henrika, izgrađena oko 1400. godine i nalazi se u finskom gradu Kokemaki.<sup>129</sup>

Drvo je najčišći ekološki građevinski materijal i obnovljivi prirodni resurs kao i slama, a proizvodnja drveta koristi manje energije nego proizvodnja drugih građevinskih materijala.

---

<sup>129</sup>Facebook, xxx(2011): Prednosti finških drvenih kuća u odnosu na klasičnu gradnju, 24.5.2011. (<https://www.facebook.com/notes/brvnare-drvene-kuce-iz-bajki/prednosti-finskih-drvenih-ku%C4%87a-u-odnosu-na-klasi%C4%8Dnu-gradnju/154378857962190?fref=nf> – 23.1.2015.)



Potrošnja energije u proizvodnji masivnih trupaca od drva iznosi prosječno polovicu energije potrebne za proizvodnju cementa i jednu petinu energije potrebne za proizvodnju opeke.<sup>130</sup>

Postoje brojne prednosti drvenih kuća u odnosu na klasičnu gradnju. Trajanje gradnje drvene kuće je puno kraće u odnosu na klasičnu gradnju. Kod klasične gradnje kuće potrebno je od minimalno par mjeseci pa do godinu dana prije useljenja da se voda korištena za građenje i žbukanje isuši iz zidova, dok su drvene kuće, koje se grade principom tzv. suhe gradnje, po završetku gradnje odmah useljive, te drvene kuće možemo graditi i na niskim temperaturama, dok kod klasične gradnje to nije moguće zbog smrzavanja vode.

Drvo je prirodni materijal koji propušta zrak u oba smjera. To znači da neprekidno vrši izmjenu unutarnjeg i vanjskog zraka bez otvaranja prozora i vrata, a istovremeno nema gubitka topline. U odnosu na klasičnu gradnju gdje je prisutan beton, cigla, žbuka i PVC koji nemaju ta svojstva i nisu prozračni, već stvaraju hermetički zatvorene prostore i samim tim ih je potrebno prozračivati. U drvenim kućama dobiva se zdrav i kisika pun životni prostor, što je osobito povoljno za osobe koje imaju poteškoće s dišnim organima. Nadalje, drvo kao prirodni materijal ima odlična elektrostatička svojstva što znači da ono ne privlači niti zadržava mikro čestice peludi, prašine i slično što kuću čini antialergijskom sredinom. Drvo ima svojstvo samoregulacije mikrokline. U pogledu vlage to znači da trupci upijaju višak vlage u prostoru, a vraćaju ju kada se zrak osuši i iz toga proizlazi ime bio-kuća. Drvo je vrlo kvalitetan toplotni izolator i nakon prestanka grijanja zadržava toplinu do 24 sata.<sup>131</sup>

Cijene gradnje kuće od drveta u roh bau izdanju kreću se od 350 do 800 eura po metru kvadratnom, ovisno o vrsti drveta i o proizvođaču, te je prosječna cijena oko 550 eura po metru kvadratnom.<sup>132</sup>

---

<sup>130</sup> Honka: Honka fusion : Moderna drvena kuća, brošura, str.8 (<http://www.drvo-trend.hr/brosure/Honka-fusion.pdf> - 24.1.2015.)

<sup>131</sup> GINA,xxx: Prednosti finskih drvenih kuća u odnosu na klasičnu gradnju (<http://www.drvene-kuce.com.hr/SpecialContentDetails/50/lang/Croatian/Prednosti-finskih-drvenih-kuca-u-odnosu-na-klasicnu-gradnju---Cerini-Nekretnine.wshtml> - 24.1.2015.)

<sup>132</sup> Montažne i drvene kuće, xxx(2015): Usporedni prikaz cijena drvenih kuća u Hrvatskoj, 4.2.2015. (<http://www.montazneidrvenekuce.info/vijesti/usporedni-prikaz-cijena-drvenih-kuca-u-hrvatskoj/100> - 6.2.2015.)

Slika 38: Primjer drvene kuće iznutra



Izvor: <http://zmijonos1.blogspot.com/2014/03/brvnare.html>

#### 8.4. KUĆE OD NABIJENE ZEMLJE

Građenje nabijenom zemljom jedna je od najstarijih tehnika gradnje, te se zasniva na građevinskom materijalu koji je svuda oko nas u svom prirodnom obliku. Posljednjih godina počinje ponovna aktualizacija ovog načina gradnje zbog njegove održivosti, niske potrošnje energije i energetske učinkovitosti. Izgradnja metodom nabijene zemlje drevna je metoda izgradnje kojom se mješavina vlažne zemlje i stabilizatora pritišće u kalup. Smjesa se stavlja i nabija u slojevima dok se ne dobije željena visina zida. Iako izgradnja takvih građevina često zahtijeva naporan fizički rad, uštede na građevinskom materijalu ogromne su budući da se zemlja nalazi svuda oko nas.<sup>133</sup>

Zemlja koja se koristi mora ispunjavati određene standarde sastava tla, odnosno količine pijeska i gline, a dodaju joj se i stabilizatori i vezivno tkivo od kojih se najčešće upotrebljava cement,

---

<sup>133</sup> Bogičević M., *gradjevinarstvo.rs* (2009): Nabijena zemlja - savremena interpretacija drvnog materijala, 20.11.2009. (<http://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/878/820/nabijena-zemlja-savremena-interpretacija-drvnog-materijala> - 24.1.2015.)

te se zbog toga postavlja sporno pitanje potrošnje energije prilikom izgradnje takvog objekta iz razloga što je za proizvodnju cementa potrebna velika količina energije i emisija CO<sub>2</sub> koji prate tu proizvodnju.

Način gradnje je takav da se postavi dvostrana oplata u koju se zatim zemlja nalijeva i nabija pomoću strojeva, tehnika je slična izradi betonskog zida. Koristi se pneumatski alat koji nabija zemlju na polovicu njene prvotne veličine. Nakon nabijanja i uklanjanja oplata potrebno je određeno vrijeme kako bi se zidovi osušili i očvrsnuli. Zrenje zida od nabijene zemlje može potrajati i do dvije godine, zavisno o debljini zida i klimatskih uvjeta, a kada taj proces završi, zid ima slične osobine kao zid od kamena.

Ukoliko su pravilno planirani i izgrađeni, zidovi od nabijene zemlje ne podliježu elementima, požaru i nametnicima, mogu podnijeti veliki teret i ne zahtijevaju daljnju obradu. Strukture zidova omogućavaju građevini da "diše", što u konačnici znači dobru ventilaciju bez značajnih gubitaka topline. Nabijena zemlja djeluje kao prirodna termalna masa, što znači da čuva toplinu zimi, a ljeti hladi prostor. Pasivni sustav stvara stabilnu i uravnoteženu temperaturu i vlagu čime se eliminira potreba za klima uređajem. Estetski gledano, slojevi zemlje proizvode tonirane trake (slojeva zemlje) u toplim bojama. Ukoliko postoji odgovarajuća količina adekvatnog tla, objekti od nabijene zemlje mogu se prilagoditi gotovo bilo kojoj klimatskoj zoni.<sup>134</sup>

I u Hrvatskoj postoje mnoge starinske kuće koje su bile izgrađene na principu gradnje nabijenom zemljom. Najviše ih nalazimo u Slavoniji i Baranji. Kuće su se gradile od nabijene zemlje ili se zemlja stavljala u kalupe pa sušila i zatim se ciglama od zemlje slagala. Krovovi su se pokrivali crijepom i trstikom.<sup>135</sup>

Primjer takve gradnje je Šokačka kuća u Topolju iz 1918. godine. Zidovi su rađeni od zemljanog naboja i krečili su se iznutra i izvana svake godine poslije zime. Tehnika gradnje naboja sastoji se u postavljanju oplata od dvije daske i nabijanja zemlje u visini 10-20cm između njih. Zidovi su debljine 40-50cm. Za krov se koristila drvena građa a kao pokrov drvena šindra ili trska.<sup>136</sup>

---

<sup>134</sup>Croenergo.eu,xxx(2011): Nabijena zemlja: Tradicionalna eko-arhitektura, 14.11.2011. (<http://www.croenergo.eu/3673.aspx> - 25.1.2015.)

<sup>135</sup> Puntarović-Vlahinić J.(1992): Oblici tradicijske arhitekture i kulture stanovanja u Baranji, 1992., UDK 39:72, Studia Ethnologica vol.4, str. 49 (<http://hrcak.srce.hr/file/112492> - 26.1.2015.)

<sup>136</sup> Prozor u dom-design&lifestyle, M.M., T.M.(2010): Kako se živjelo nekada -etno stil, 18.3.2010. (<http://prozorudom.com/2010/03/18/etno-stil-povratak-tradiciji/> - 26.1.2015.)

*Slika 39: Kuća od nabijene zemlje u Topolju*



Izvor: <http://prozorudom.com/2010/03/18/etno-stil-povratak-tradiciji/>

## 9. EKONOMSKE I EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ODRŽIVE GRADNJE

U prethodnom dijelu smo analizirali pojedine tipove gradnje i njihove karakteristike. Na temelju prikupljenih podataka pokušat ćemo izvršiti analizu isplativosti gradnje. Obično se o tipu gradnje odlučuje na temelju troškova izgradnje, a manje na temelju troškova svih troškova koje ta građevina ima tijekom vijeka svog korištenja. No unazad par godina stvari se počinju mijenjati i svijest o energetske učinkovitosti postaje naša svakodnevnica, te se sve više investitora prilikom planiranja projekata raspituje i za pasivne i nisko energetske objekte kako bi u budućnosti smanjili troškove održavanja. U zemljama EU su napravljene brojne studije o isplativosti izgradnje ili rekonstrukcije prema pasivnom standardu, ali u Hrvatskoj takve studije detaljno nisu provedene.

### 9.2. CIJENE ENERGENATA

Cijene energenata iz godine u godinu sve više rastu, a predviđanja su da će u budućnosti cijene još više rasti, zbog porasta cijene eksploatacije fosilnih goriva.

Cijena električne energije iznosi 0,78 kn /kWh za tarifni model s jedno tarifnim brojiлом, te 0,85 kn/ kWh u visokoj tarifi i 0,42 kn/ kWh u Niskoj tarifi za dvotarifna brojila.<sup>137</sup> Na tu cijenu se još obračunava i 0,011125 kn / kWh naknada za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije.<sup>138</sup> Uz to se naplaćuje još i naknada za opskrbu i mjernu uslugu u iznosu od 17,40 kn mjesečno. Prosječna cijena električne energije je rasla iz godine u godinu sa 0,64 kn u 2008. godini do 0,90 kn u 2012. godini.<sup>139</sup>

Cijena gradskog plina iznosi 0,385 kn / kWh za kućanstva do 25 000 kWh potrošnje godišnje, te se na tu cijenu obračunava još i 13 kn mjesečne naknade za uslugu.<sup>140</sup> Prosječna cijena plina

---

<sup>137</sup>HEP(2015): Tarifne stavke za kupce kategorije kućanstvo ( <http://www.hep.hr/ods/kupci/kucanstvo.aspx> – 25.1.2015.)

<sup>138</sup> MGRP: nakNADA ZA BUDUĆNOST:Kako građani doprinose ulaganju u obnovljive izvore energije, brošura, RELEEL, Zagreb, str.5 ([http://releel.mingorp.hr/UserDocsImages/letakRELEEL\\_web.pdf](http://releel.mingorp.hr/UserDocsImages/letakRELEEL_web.pdf) - 25.1.2015.)

<sup>139</sup> MINGO(2012): Energija u Hrvatskoj 2012, godišnji energetski pregled, Zagreb 2013., str. 172. ([http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012\\_web%20%281%29.pdf](http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012_web%20%281%29.pdf) – 27.1.2015.)

<sup>140</sup> HEP Plin(2015): Cijena plina od 01.01.2015. (<http://www.hep.hr/plin/kupci/cijena.aspx> - 28.1.2015.)

za kućanstva raste iz godine u godinu, u razdoblju od 2000. godine do 2012. godine je porasla sa 0,15 kn/kWh na 0,39 kn /kWh.<sup>141</sup>

Danas se kao gorivo za grijanje sve više koristi i drveni pelet. Cijena peleta kreće se oko otprilike 25 kuna sa PDV-om za vreće od 15kg. Cijena po kilogramu iznosi 1.625 kn. Ogrjevna vrijednost peleta je prosječno 4,6 kWh/kg.<sup>142</sup>

Ogrjevna drva imaju prosječnu ogrjevnu vrijednost od 4 kWh / kg, a prosječna masena gustoća iznosi oko 550 kilograma po m<sup>3</sup> drveta zavisno o vrsti. Drva se obično kupuju prema nasipnom m<sup>3</sup>, a stopa konverzije između složenih cjepanica i nasipnog metra iznosi je 1,4 naprema 2.<sup>143</sup> Cijena drva za ogrjev od bukve, graba ili hrasta iznosi otprilike oko 500 kn za metar kubni složenih drva, što čini cijenu od 0,746 kn po kilogramu, odnosno 0.22 kn/ kWh. U tu cijenu nije uračunat trošak dostave i slaganja.

Cijena loživog ulja iznosi 4,44 kn po litri.<sup>144</sup> Prosječna energetska vrijednost litre loživog ulja iznosi 9,96 kWh . To znači da cijena loživog ulja iznosi 0,44 kn / kWh. Tržište naftnih derivata doživjelo je unazad par mjeseci drastičan pad cijene. U 2014. godini, ona je iznosila između 6 i 7 kuna. <sup>145</sup>, odnosno prosječno 0,65 kn, te ćemo tu cijenu uzeti u obzir. Prema podacima ministarstva gospodarstva, cijena loživog ulja je razdoblju od 2000. godine do 2012. godine porasla sa 2,64 kn na 7,06 kn.<sup>146</sup>

---

<sup>141</sup> Op.cit.pod.139., str. 154.

<sup>142</sup> Šegon V., Rajić K., REGEA(2012): Priručnik o gorivima iz drvne biomase, Zagreb,ožujak 2012., str 26. ([http://www.regea.org/assets/files/objavilismo2012/D32\\_Biofuel\\_hanbook\\_REGEA.pdf](http://www.regea.org/assets/files/objavilismo2012/D32_Biofuel_hanbook_REGEA.pdf) - 26.1.2015.)

<sup>143</sup> Ibidem.142., str 13.

<sup>144</sup> Cijene goriva,xxx(2015): Cijene goriva (<http://cijenegoriva.info/CijeneGoriva.aspx> - 25.1.2015.)

<sup>145</sup> Rijekatrans,xxx(2015): Cjenik lož ulja, 25.1.2015. (<http://www.rijeka-trans.hr/hr/cjenik.php> - 25.1.2015.)

<sup>146</sup> Op.cit.pod.139., str. 140



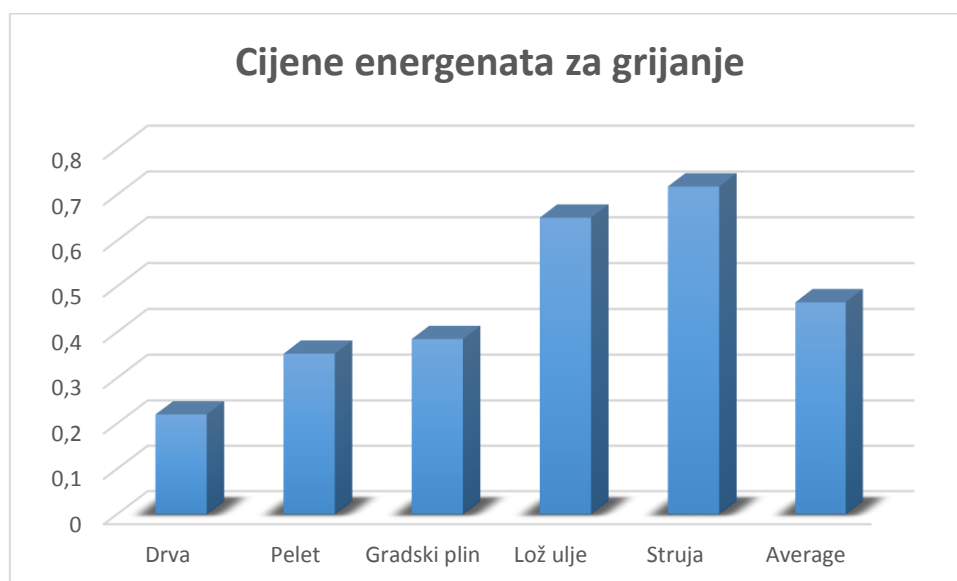
Tablica 3: Cijene energenata u Hrvatskoj u siječnju 2015.

ENERGENT	Cijena	Naknada mjesečno	Trošak dobave godišnje	Cijena po kWh/ kn
Struja	1T-0,78kn, 2T – VT 0,85kn / NT 0,42 kn	17,40 kn	208,80 kn	0,718*
Gradski plin	0,385 kn / kWh	13 kn	156 kn	0,385
Pelet	1,625 kn / kg	dostava	200 kn	0,353
Drva	500 kn / m <sup>3</sup>	dostava	200 kn	0,22
Lož ulje	4,44 kn / l	dostava	200 kn	0,65

\* uzeta je prosječna cijena struje između sve 3 opcije

Iz tablice možemo uočiti kako je električna energija najskuplji energent za grijanje, dok su drva za ogrjev još uvijek najjeftinija opcija. Lož ulje je po cijeni ravno uz električnu energiju, dok je cijena grijanja na pelete i plin približno jednaka.

Graf 1: Prikaz cijena energenata



Ako uzmemo u obzir cijene energenata koje su bile u ranijim periodima i usporedimo ih sa cijenama energenata u 2015. godini, vidimo da postoji trend porasta cijena. Cijene peleta i drva za ogrjev nećemo uzeti u obzir jer ne postoje podaci o cijenama istih.

Tablica 4: Prosječna stopa rasta cijena energenata

ENERGENT	2000. g	2012.g	trend % godišnje
Struja *	0,64	0,9	8,125
Gradski plin	0,15	0,39	13,33333333
Lož ulje	2,64	7,06	13,9520202

\* podaci za struju su za razdoblje 2008. g. do 2012. g

Prosječna godišnja stopa rasta cijene energenata je oko 13 posto za gradski plin i lož ulje, za električnu energiju je taj iznos manji, 8 posto, no ukoliko bi postojali podaci o cijeni za razdoblje prije 2008. godine, vjerojatno bi taj postotak bio približno jednak.

Predviđanja su da će u budućnosti cijene energije i dalje rasti. Ako bi uz sadašnje cijene energenata i prosječne stope rasta projicirali buduće cijene, dobili bi slijedeće rezultate.

Tablica 5: Predviđanja cijene energenata u budućnosti

ENERGENT	2015. g	stopa rasta / g.	2025. g
Struja	0,718	8,125	1,568142947
Gradski plin	0,385	13,33	1,345580291
Lož ulje	0,65	13,95	2,399145857

\* Stope rasta na temelju razdoblja 2000. -2012.

Ukoliko bi stope rasta cijena energenata ostale iste, vidimo da bi se cijena struje za deset godina mogla udvostručiti, cijena plina učetverostručiti i lož ulja utrostručiti.

### 9.3. ENERGETSKI EFIKASNA GRADNJA I POTROŠNJA ENERGIJE

Kao što smo u ranijem dijelu opisali, postoji više vrsta energetske efikasne gradnje, te shodno tome svaka od njih ima svoju određenu godišnju potrošnju energije. Nisko energetska kuća ima energetske potrebe u rasponu od 45 kWh/m<sup>2</sup> do 25 kWh/m<sup>2</sup>, zavisno o kvaliteti izgradnje i vrsti izolacije. Pasivna kuća ima energetske potrebe od maksimalno 15 kWh/m<sup>2</sup>. U Hrvatskoj ne postoji standardizirana tipizacija nisko energetskih i pasivnih kuća, no druge članice Europske unije jasno propisuju kriterije o energetskej potrošnji za pojedinu vrstu nisko energetske gradnje. U tablici su prikazane potrošnje energije za pojedine vrste nisko energetskih kuća.



KfW Effizienzhaus je standard koji se koristi u Njemačkoj za certificiranje nisko energetske gradnje, a uveden je 2009. godine.<sup>147</sup>

Tablica 6: Potrošnja energije prema Njemačkom KfW Effizienzhaus standardu:

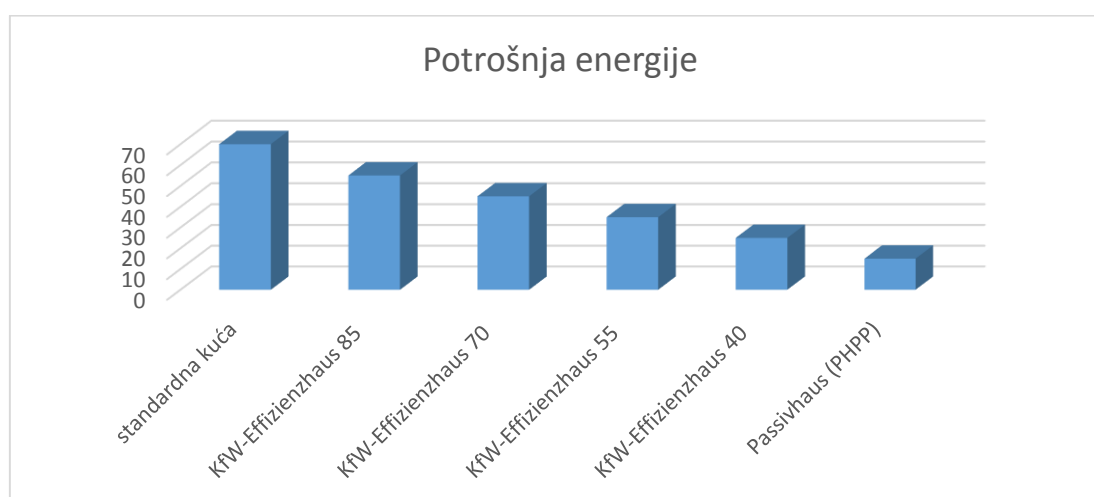
VRSTA OBJEKTA	Potrošnja energije
Standardna kuća 2014 *	70 kWh/ (m <sup>2</sup> ·a) <sup>1</sup>
KfW-Effizienzhaus 85	≤ 55 kWh/(m <sup>2</sup> ·a) <sup>1</sup>
KfW-Effizienzhaus 70	≤ 45 kWh/ (m <sup>2</sup> ·a) <sup>1</sup>
KfW-Effizienzhaus 55	≤ 35 kWh/(m <sup>2</sup> ·a) <sup>1</sup>
KfW-Effizienzhaus 40	≤ 25 kWh/(m <sup>2</sup> ·a) <sup>1</sup>
Passivhaus (PHPP)	≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> ·a) <sup>1</sup>

\* Potrošnja energije standardne kuće prema EnEV 2014. standardu<sup>148</sup>

Izvor: <http://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard>

Iz tablice je vidljivo kako pasivna kuća ima potrošnju energije manju od četvrtine potrošnje energije u standardnoj kući. Standardna kuća u ovoj tablici je kuća koja zadovoljava nove zakonske propise o gradnji iz 2014. godine te se ne odnosi na starije kuće koje imaju još i veću potrošnju energije.

Graf 2: Potrošnja energije prema tipu gradnje



<sup>147</sup> KfW Bank: Energieeffizient bauen: Das KfW Effizienzhaus

(<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Das-KfW-Effizienzhaus/> - 1.2.2015.)

<sup>148</sup> Immonet.de, xxx(2015): Die Energieeinsparverordnung – Was ist neu und was bleibt

(<http://www.immonet.de/service/energieeinsparverordnung.html> - 1.2.2015.)

## 9.4. CIJENA GRADNJE ENERGETSKI EFIKASNIH KUĆA

Iz razloga što u Hrvatskoj ne postoji razvijeno tržište gradnje nisko energetske i pasivne kuće, niti njihova standardizacija i podaci o broju takvih objekata, nemoguće je odrediti prosječne cijene gradnje za pojedine tipove objekata. Cijena gradnje u Hrvatskoj se kreće od oko 800 do 1000 eura po m<sup>2</sup>, no nemoguće je jasno odrediti o kakvim se objektima radi i kakve su njihove energetske bilance. Zbog toga je bilo lakše analizirati cijene gradnje na Njemačkom tržištu. Prosječne cijene gradnje kuće u Njemačkoj kreću se od 1050 €/m<sup>2</sup> za standardnu kuću do 1210 €/m<sup>2</sup> za pasivnu kuću. Na stranici [www.hausbaukosten.eu](http://www.hausbaukosten.eu) moguće je pomoću kalkulatora izračunati cijenu gradnje pojedinih tipova kuća.<sup>149</sup>

Tablica 7: Cijena gradnje pojedinih tipova kuća

VRSTA OBJEKTA	Cijena gradnje ( €/m <sup>2</sup> )
Standardna kuća*	1050
KfW-Effizienzhaus 70	1130
KfW-Effizienzhaus 55	1160
KfW-Effizienzhaus 40	1180
Passivhaus (PHPP)	1210

\* Definicija standardne kuća prema EnEV 2014.

Izvor: <http://hausbaukosten.eu/wp-content/uploads/2014/06/baukosten-kfw-70-55-40-haus-pro-m2-qm-im-vergleich-zu-enev-01.jpg>

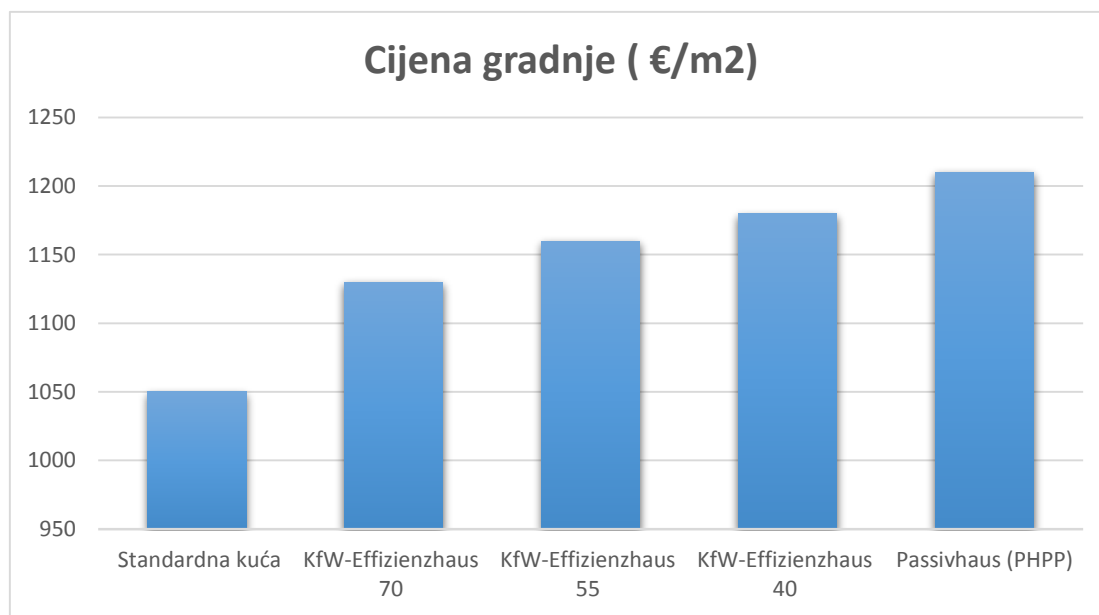
Iz priloženih podataka vidljivo je kako gradnja standardne kuće košta prosječno 1050 €/m<sup>2</sup>, gradnja niskoenergetske kuće koja ima potrošnju 45kWh/m<sup>2</sup> košta prosječno 1130 €/m<sup>2</sup>, odnosno za 8% je skuplja, gradnja niskoenergetske kuće koja ima potrošnju 35kWh/m<sup>2</sup> košta prosječno 1160 €/m<sup>2</sup>, ili 10% skuplje, gradnja niskoenergetske kuće koja ima potrošnju 25kWh/m<sup>2</sup> košta prosječno 1180 €/m<sup>2</sup>, ili 12% skuplje te gradnja pasivna kuće koja ima potrošnju 15Wh/m<sup>2</sup> košta prosječno 1210 €/m<sup>2</sup>, odnosno 15% skuplje u odnosu na standardnu gradnju.

KfW 70 efikasna kuća se razlikuje od konvencionalne kuće po tome što ima ugrađen kontrolirani sustav ventilacije s učinkovitosti povrata topline od 80%. Dizajn KfW 55 efikasne

<sup>149</sup>Hausbaukosten,xxx(2014): Baukosten-Rechner online 13.9.2014.  
(<http://hausbaukosten.eu/baukostenrechner-online-kostenlos> - 1.2.2015.)

kuće razlikuje se od KfW 70 kuće po tome što postoji ugrađen i sustav za solarno grijanje vode i zraka. Dizajn KfW 40 kuće, razlikuje se od gradnje KfW 55 kuće po tome što su vanjski zidovi obloženi sa izolacijom od 24 cm i ugrađena je toplinska pumpa zrak – voda.<sup>150</sup>

Graf 3: Usporedni prikaz cijena gradnje



## 9.5. CIJENA GRADNJE PROŠJEČNE ENERGETSKI UČINKOVITE OBITELJSKE KUĆE

Prosječna obiteljska kuća sastoji se od dnevnog boravka, kuhinje, kupaonice i tri spavaće sobe. Prema minimalno tehničkim uvjetima, propisanim pravilnikom od strane Agencije za pravni promet i posredovanje nekretninama o minimalnim tehničkim uvjetima za projektiranje i gradnju stanova i kuća iz programa društveno poticane stanogradnje, trosoban stan mora biti

<sup>150</sup> Hausbaukosten, Alex G.(2014): BAUKOSTEN KFW 70 55 40 HAUS PRO QM/M2 IM VERGLEICH ZU ENEV 2014, 22.6.2014. (<http://hausbaukosten.eu/baukosten-kfw-70-55-40-haus-pro-qm-m2-im-vergleich-zu-enev> - 1.2.2015.)

minimalno veličine 94 m<sup>2</sup>, a ukoliko se radi o obiteljskoj kući, ta površina stambenog prostora se uvećava za 35%, te veličina obiteljske kuće sa tri spavaće sobe iznosi minimalno 127 m<sup>2</sup>.<sup>151</sup>

Tu površinu stambenog prostora uzet ćemo kao veličinu za izračun cijene gradnje obiteljske kuće.

Tablica 8: Cijena gradnje obiteljske kuće

<b>VRSTA OBJEKTA</b>	<b>Cijena gradnje (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Površina</b>	<b>Cijena €</b>	<b>Poskupljenje u odnosu na niži standard %</b>	<b>Poskupljenje u odnosu na standardnu kuću %</b>
Standardna kuća	1050	126,9	133.245		
KfW-Effizienzhaus 70	1130	126,9	143.397	7,619047619	7,619047619
KfW-Effizienzhaus 55	1160	126,9	147.204	2,654867257	10,47619048
KfW-Effizienzhaus 40	1180	126,9	149.742	1,724137931	12,38095238
Passivhaus (PHPP)	1210	126,9	153.549	2,542372881	15,23809524

Cijena gradnje standardne kuće veličine 127 kvadrata prema standardu energetske učinkovitosti iz 2014. godine iznosi 133 245 eura, a cijena gradnje prema pasivnom standardu 153 549 eura, za 20 304 eura više, odnosno 15 % više. U cijenu nisu uračunati troškovi zemljišta i ishođenja potrebne dokumentacije.

<sup>151</sup>APPPN(2004): Pravilnik minimalnih tehničkih uvjeta za projektiranje i gradnju stanova iz programa društveno poticane stanogradnje (<http://www.apn.hr/hr/pravilnik-44> - 1.2.2015.)

## 9.6. POTROŠNJA ENERGIJE ZA GRIJANJE U OBITELJSKOJ KUĆI

Prikazali smo potrošnju energije pojedinih tipova kuća i cijene energenata. Iz toga možemo izračunati godišnji trošak za grijanje za pojedini tip objekta.

Tablica 9: Cijena potrošnje električne energije za pojedine tipove kuća

VRSTA OBJEKTA	Potrošnja energije kWh/m <sup>2</sup>	Površina m <sup>2</sup>	Cijena energije kn/kWh	Potrošnja energije ukupno (kn)	godišnja naknada za električnu energiju	Cijena ukupno (kn)
Standardna kuća	70	126,9	0,718	6377,994	208,8	6586,794
KfW-Effizienzhaus 70	45	126,9	0,718	4100,139	208,8	4308,939
KfW-Effizienzhaus 55	35	126,9	0,718	3188,997	208,8	3397,797
KfW-Effizienzhaus 40	25	126,9	0,718	2277,855	208,8	2486,655
Passivhaus (PHPP)	15	126,9	0,718	1366,713	208,8	1575,513

Iz tablice je vidljivo da je prosječna cijena godišnje potrošnje električne energije za grijanje za standardnu kuću puno veća od cijene grijanja za pasivnu kuću. Cijena grijanja za standardnu kuću iznosi 6587 kuna dok cijena za grijanje pasivne kuće iznosi 1576 kuna godišnje, odnosno 4 puta manje..

Tablica 10: Uštede za grijanje prostora u postocima

VRSTA OBJEKTA	Cijena ukupno	Uštede u odnosu na niži standard %	Uštede u odnosu na standardnu kuću %
Standardna kuća	6586,794		
KfW-Effizienzhaus 70	4308,939	-34,58215028	-34,58215028
KfW-Effizienzhaus 55	3397,797	-21,14539101	-48,4150104
KfW-Effizienzhaus 40	2486,655	-26,81566909	-62,24787051
Passivhaus (PHPP)	1575,513	-36,64127111	-76,08073063

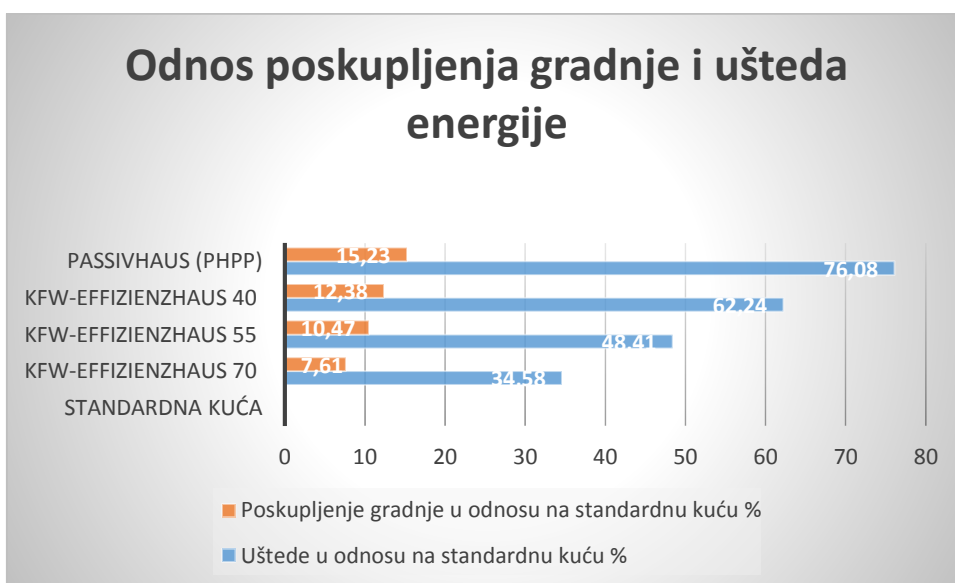
Iz tablice je vidljivo da su uštede energetske efikasne kuće velike naspram standardne kuće. KfW 70 standardna kuća ima uštedu energije za grijanje u iznosu od 34,5 % u odnosu na standardnu kuću, KfW 55 ima uštedu od 48% , KfW 40 ima uštedu 62%, a pasivna kuća ima uštedu energije u iznosu od 76 % u odnosu na standardnu kuću.

Tablica 11: Usporedba cijene gradnje i uštede energije za grijanje

VRSTA OBJEKTA	Uštede za grijanje u odnosu na standardnu kuću %	Poskupljenje gradnje u odnosu na standardnu kuću %
Standardna kuća		
KfW-Effizienzhaus 70	34,58215028	7,619047619
KfW-Effizienzhaus 55	48,4150104	10,47619048
KfW-Effizienzhaus 40	62,24787051	12,38095238
Passivhaus (PHPP)	76,08073063	15,23809524

Vidimo da je gradnja niskoenergetske kuće 70 skuplja za 7,6 posto u odnosu na klasičnu kuću, a uštede koje se ostvaruju su za 34,5 posto veće. Isto tako cijena gradnje pasivne kuće je za 15,23 posto veća a godišnja ušteda energije je veća za 76 posto.

Graf 4: Odnos poskupljenja gradnje i uštede energije



Iz grafa je vidljivo da su postotci godišnjih ušteda puno veći od postotaka poskupljenja gradnje, te da postoji dugoročna ekonomska računica u ulaganja u veći standard gradnje.

### 9.7. RAZDOBLJE POVRATA INVESTICIJE U NISKOENERGETSKU I PASIVNU KUĆU

Razdoblje povrata je razdoblje potrebno da bi se vratilo investicijsko ulaganje. Može se tumačiti i kao razdoblje tijekom kojeg treba prikupljati pozitivne neto primitke u određenom razdoblju, kako bi se zbroj negativnih neto primitaka sveo na nula.

$$t_p = \frac{I}{V_t}$$

I – investicijski troškovi

$V_t$  – konstantni novčani tokovi po godinama

$t_p$  = razdoblje povrata

Tablica 12: Dodatna cijena ulaganja za pojedini tip objekta i ušteda energije

VRSTA OBJEKTA	Cijena €	Razlika između standardne kuće i niskoenergetske po tipu (€)	potrošnja energije (kn)	Ušteda energije za grijanje (kn)
Standardna kuća	133.245		6586,794	0
KfW-Effizienzhaus 70	143.397	10.152	4308,939	2277,855
KfW-Effizienzhaus 55	147.204	13.959	3397,797	3188,997
KfW-Effizienzhaus 40	149.742	16.497	2486,655	4100,139
Passivhaus (PHPP)	153.549	20.304	1575,513	5011,281

Vidimo da je razlika u gradnji standardne i niskoenergetske kuće oko otprilike 10 tisuća eura, a razlika između standardne i pasivne kuće oko 20 tisuća eura. Što se ušteda tiče, vidimo da pasivna kuća ima godišnje uštede u iznosu i preko 5 tisuća kuna u odnosu na standardnu kuću. Iz tablice je moguće vidjeti koliko je poskupljenje u odnosu na standardnu kuću i koliko iznose godišnje uštede energije za grijanje.

Ukoliko bi željeli izračunati razdoblje povrata investicije u pasivnu kuću i dali se takva investicija isplati, s obzirom da je cijena gradnje prosječne obiteljske kuće skuplja za 20 tisuća eura ako se gradi prema pasivnom standardu, potrebno je osim godišnjih troškova za grijanje

uzeti u obzir i ostale troškove ili uštede koji nisu bili spomenuti. Uz troškove grijanja, tu se još javljaju i troškovi hlađenja ljeti pomoću klima uređaja.

Europska unija je početkom 2013. godine počela provoditi ErP direktivu 20/20/20 kojom želi doprinijeti očuvanju okoliša. Tako se proizvodi koji troše električnu energiju klasificiraju po novim energetske razredima, te se zabranjuje uvoz i prodaja proizvoda niske energetske učinkovitosti. Isto tako i za klima uređaje vrijede nova pravila i standardi što se tiče potrošnje energije. SEER i SCOP koeficijenti pokazuju energetske učinkovitost klima uređaja u stvarnim uvjetima korištenja, te korisnicima pružaju informacije o godišnjoj potrošnji električne energije.<sup>152</sup>

Ako uzmemo u obzir da prosječni klima uređaj sa energetske razredom A u hlađenju za 350 sati potroše 230 kWh, a za kuću veličine 127 metara kvadratnih potrebna su 3,6, odnosno 4 prosječna klima uređaja kako bi se optimalno mogao hladiti prostor.<sup>153</sup> Ako u izračun stavimo da se klima uređaji za hlađenje koriste 5 mjeseci u godini, dobijemo za prosječnu obiteljsku standardnu kuću godišnju potrošnju od 4600 kWh godišnje, odnosno ukoliko taj iznos pomnožimo sa trenutnom cijenom električne energije od 0,718 kn, dobijemo godišnju potrošnju od 3302,8 kune.

Pasivna kuća u navedenoj cijeni ima ugrađenu i toplinsku crpku koja ima uštedu energije za 80%. Slijedeće podatke možemo upotrijebiti kako bi izračunali razdoblje povrata investicije.

S obzirom da ostale troškove kod standardne kuće i ostale dobitke kod pasivne kuće nije moguće procijeniti, nećemo ih koristiti u izračunu.

---

<sup>152</sup> Klimatizacija.hr,xxx(2015): Zašto je energetske učinkovitost toliko bitna (<http://www.klimatizacija.hr/novosti/1-eu-energetska-naljepnica/> - 2.2.2015.)

<sup>153</sup> 24 sata, Klimatizacija.hr(2013): Koliko električne energije troši vaš klima uređaj, 2.7.2013. (<http://www.24sata.hr/koliko-elektricne-energije-trosi-vas-klima-ureaj-321889> - 2.2.2015.)



Tablica 13: Razdoblje povrata ulaganja u pasivnu kuću

Troškovi održavanja i rok povrata investicije		
	Standardna kuća	Passivhaus (PHPP)
Cijena struje za grijanje	6586,794	1575,513
Toplinska crpka	0	1260,4104
Trošak klimatizacije	3302,8	0
Ukupno	9889,594	315,1026
Razlika	-9574,4914	
Trošak gradnje		
U eurima	133.245	153.549
U kunama ( 1€ = 7,5 kn)	999337,5	1151617,5
Razlika u kn	152280	
Razdoblje povrata investicije	15,90476127	

Iz tablice je vidljivo da uz cijene električne energije od 0,718 kn za kWh, razdoblje povrata investicije od dodatnih 20 304 € za gradnju kuće prema pasivnom standardu, razdoblje povrata dodatne investicije iznosi 15,9 godina. Ukoliko bi se utvrdili svi troškovi koje standardna kuća ima a ovdje nisu navedeni taj rok povrata bio bi još i kraći. Uzeta cijena električne energije je prosječna cijena , te ukoliko bi cijena električne energije bila za 20 % veća, rok povrata investicije iznosio bi 13,25 godina prema postavljenom modelu, a realno je za očekivati da će cijene energije rasti.

U trećem kvartalu 2015. godine izlazi natječaj Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost za sufinanciranje niskoenergetske novogradnje. Iznos bespovratnih sredstava iznosi do maksimalno 1400 000 kuna, odnosno od 40% do 80% ukupnih opravdanih troškova, ovisno o indeksu razvijenosti jedinice lokalne samouprave u kojoj bi se objekt nalazio.<sup>154</sup>

Ako bi pokušali izračunati iznos bespovratnih sredstava i povrat za investiciju u gore navedenu pasivnu kuću, uzimajući u obzir najniži intenzitet potpore od 40 %, na investiciju od 153 549 eura, odnosno 1 151 617 kuna po tečaju 7,5, ukupno prihvatljivi troškovi bi iznosili 863 713 kuna ukoliko računamo da je u gore navedene cijene već uračunat i porez te ga oduzmemo, te od toga 40% bi iznosilo 345 485 kn. Ukupan trošak gradnje pasivne kuće iznosio bi 806 132 kuna, odnosno 193 205 kuna ili 25 760 € manje od cijene gradnje standardne kuće.

<sup>154</sup> FZOEU(2015): Godišnji program raspisivanja javnih poziva i natječaja u 2015., Javni poziv za sufinanciranje niskoenergetske novogradnje, EnU-11  
(<http://www.fzoeu.hr/hrv/pdf/JAVNI%20POZIVI%20I%20NATJECAJI%202015.pdf> – 2.2.2015.)

## 9.8. EKOLOŠKI UČINCI ENERGETSKI UČINKOVITE GRADNJE

Na temelju podataka za potrošnju energije, moguće je izračunati emisije CO<sub>2</sub> koje pojedini tip objekta stvara prilikom potrošnje energije za grijanje. Koeficijent za pretvorbu kWh u kg CO<sub>2</sub> iznosi 0,527.<sup>155</sup>

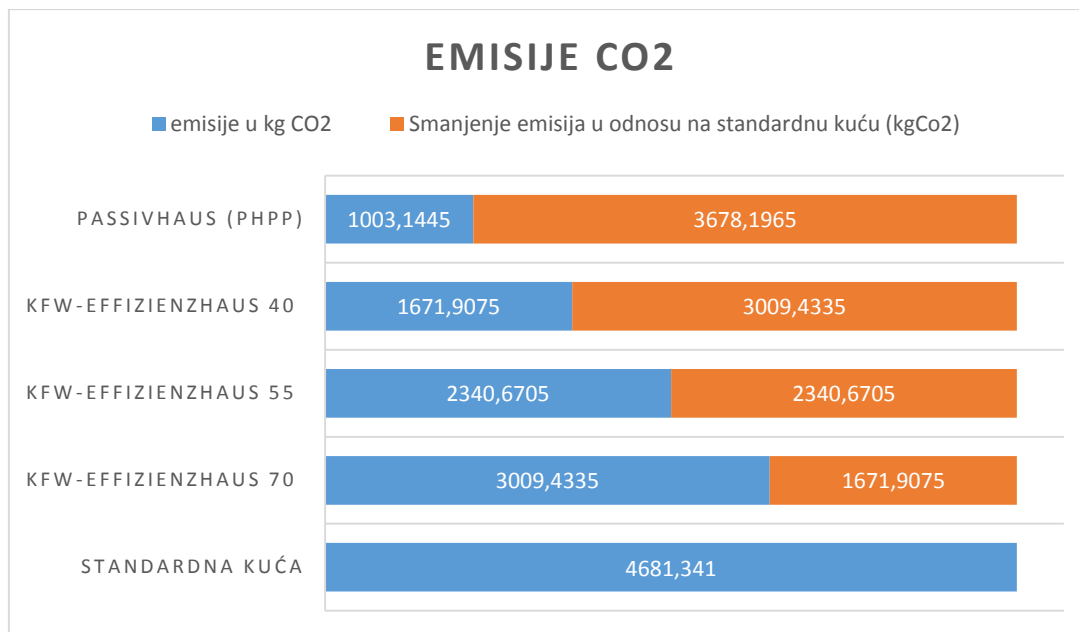
Tablica 14: Emisije CO<sub>2</sub> za pojedini tip gradnje prilikom grijanja:

VRSTA OBJEKTA	Potrošnja energije kWh/m <sup>2</sup>	Površina m <sup>2</sup>	Potrošnja energije kWh ukupno	kWh struje/ kg Co <sub>2</sub>	emisije u kg CO <sub>2</sub>
Standardna kuća	70	126,9	8883	0,527	4681,341
KfW-Effizienzhaus 70	45	126,9	5710,5	0,527	3009,4335
KfW-Effizienzhaus 55	35	126,9	4441,5	0,527	2340,6705
KfW-Effizienzhaus 40	25	126,9	3172,5	0,527	1671,9075
Passivhaus (PHPP)	15	126,9	1903,5	0,527	1003,1445

Prosječna standardna kuća od 127 kvadrata ima emisiju od 4681,34 kilograma CO<sub>2</sub>. Niskoenergetske kuće imaju emisije od najviših 3009 do 1671 kg CO<sub>2</sub>, ovisno o niskoenergetskom standardu. To je od 50% manje emisija, pa sve do 3 puta manje emisija CO<sub>2</sub>. Pasivna kuća ima emisiju od 1003,14 kg CO<sub>2</sub>. Vidimo da pasivna kuća emitira četiri puta manje emisija kg CO<sub>2</sub> od standardne gradnje.

<sup>155</sup> Carbon Independent, xxx(2015): Home energy sources , 28.1.2015.  
([http://www.carbonindependent.org/sources\\_home\\_energy.htm](http://www.carbonindependent.org/sources_home_energy.htm) - 3.2.2015.)

Graf 5: Emisije Co2 i održiva gradnja:



Vidimo da osim ekonomskih, energetska efikasna gradnja ima i ekološke koristi, te da gradnjom objekata na tom principu osim mogućih ušteda za režijske troškove ujedno postoje i ekološke uštede, u obliku smanjene emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu, te tako dugoročno umanjujemo utjecaj na okoliš.

Energetska efikasna gradnja, šteti energiju te ima manje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu, no još uvijek postoji problem velike potrošnje energije, enormnih emisija CO<sub>2</sub> i zagađenja okoliša u fazi proizvodnje građevinskih materijala i fazi gradnje.

Kako bi ekološki učinci bili što veći i potrošnja energije u fazi proizvodnje što niža, potrebno je koristiti obnovljive i lokalne materijale, te materijale koji su prirodni, a implementacijom znanja o energetske učinkovitosti i novih tehnologija utjecati na potrošnju energije i utjecaj na okoliš u svim fazama građevinskih objekata, od procesa proizvodnje materijala, gradnje i ugradnje, faze korištenja, do faze rušenja i zbrinjavanja.

## 10. ZAKLJUČAK

Povećana potrošnja energenata i prekomjerna eksploatacija uzrokovali su smanjenje raspoloživih resursa, te veliki utjecaj na okoliš. Europske su građevine odgovorne za emisiju 50% ugljičnog dioksida, 35% potrošnje materijala, 45% potražnje energije i do 35% otpada. Svijet se sve više okreće održivom razvoju koji se temelji na primjeni novih tehnologija i znanja u spoju s tradicijom, a energetska učinkovitost je danas u svijetu prepoznata kao najjeftiniji i najbrži način postizanja ciljeva održivog razvoja. Primjenom mjera i politika energetske učinkovitosti, smanjujemo potrošnju energije koja postaje sve skuplja. Energetska učinkovitost znači upotrebu manje količine energije, odnosno energenata, za obavljanje istog posla, odnosno radi se o više o racionalizaciji potrošnje a manje od samoj štednji i odricanju. Smanjenje potrošnje energije će u budućnosti doprinijeti smanjenju emisija plinova u atmosferu, posebice CO<sub>2</sub>.

U zgradama se na području Europske unije troši oko 40 posto energije. Stambene zgrade, odnosno kućanstva, predstavljaju gotovo dvije trećine cjelokupnog fonda zgrada u Europskoj uniji te su odgovorne za oko 25 posto ukupne potrošnje energije. Sve se više teži gradnji i obnovi kuća i zgrada u skladu sa smjernicama održivog razvoja.

Europska direktiva 2010/31/EU o energetske svojstvima zgrada propisuje obvezu da do 31. prosinca 2020. godine sve nove zgrade moraju biti skoro nulto energetske, a sve nove zgrade javne namjene do 31. prosinca 2018. godine.

Sve države članice potiču i sufinanciraju niskoenergetsku gradnju. U Hrvatskoj je moguće putem natječaja Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti ostvariti potpore za projekte energetske učinkovitosti u intenzitetu do 80% investicije. Najveća zapreka u ostvarivanju viših standarda energetske učinkovitosti kroz niskoenergetsku i pasivnu gradnju je loša informiranost svih sudionika u gradnji i krajnjih potrošača.

Koristi od energetske učinkovite gradnje su ugodnije i kvalitetnije stanovanje, financijska ušteda, odnosno manji računi za grijanje i hlađenje te doprinos zaštiti okoliša i smanjenju emisije štetnih plinova u okoliš. Danas postoji pet osnovnih tipova energetske efikasne gradnje. To su nisko energetska kuća, pasivna kuća, kuća nulte energije, energetske samodostatna odnosno autonomna kuća i plus energetska kuća. Postoji razlika između energetske učinkovite gradnje i zelene gradnje, odnosno ekološke gradnje ili održiva gradnja. U održivoj gradnji

koriste se isključivo lokalni resursi kao što su drvo, slama, zemlja, kamen i reciklirani materijali. Takvi objekti od prirodnih materijala grade se s ciljem da budu zdravi za život, te da koriste što je više moguće prirodne energije iz sunca, vjetra i biomase, dok se energetske učinkovite gradnje primarno orijentirala smanjenju potrošnje energije uporabom materijala i proizvoda građevinske industrije. Postoji više vrsta energetske efikasne gradnje, te shodno tome svaka od njih ima svoju određenu godišnju potrošnju energije. Nisko energetska kuća ima energetske potrebe u rasponu od 45 kWh/m<sup>2</sup> do 25 kWh/m<sup>2</sup>, zavisno o kvaliteti izgradnje i vrsti izolacije. Pasivna kuća ima energetske potrebe od maksimalno 15 kWh/m<sup>2</sup>.

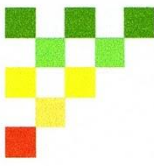

Gradnja niskoenergetske kuće koja ima potrošnju 45kWh/m<sup>2</sup> košta 8% skuplje, gradnja niskoenergetske kuće koja ima potrošnju 35kWh/m<sup>2</sup> košta 10 % skuplje, gradnja niskoenergetske kuće koja ima potrošnju 25kWh/m<sup>2</sup> košta 12% skuplje te gradnja pasivne kuće koja ima potrošnju 15Wh/m<sup>2</sup> košta 15% skuplje u odnosu na standardnu gradnju. Pasivna kuća troši 76 posto manje energije u odnosu na standardnu kuću, odnosno 4 puta manje.

Dodatno ulaganje u pasivnu kuću vrati se kroz uštede za grijanje i hlađenje kroz petnaest godina. Ukoliko se koriste državni poticaji, gradnja pasivne kuće može biti i jeftinija od klasične gradnje. Niskoenergetska i pasivna gradnja ima osim ekonomskih i ekološke prednosti kroz manju količinu energije potrošenu u fazi izgradnje do potrebe za manjim količinama energije prilikom vijeka korištenja, te stvara manje emisije ugljičnog dioksida u atmosferu. Pasivna kuća ima 4 puta manju emisiju CO<sub>2</sub> od standardne kuće.

Istraživanje provedeno ovim radom i dobiveni rezultati ukazali su na postojanje značajnog utjecaja načina gradnje na potrošnju energije u kućanstvu, energetske uštede i utjecaj na okoliš, te se prihvaća početna hipoteza.

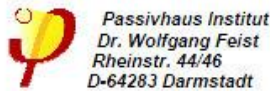
## 11. PRILOZI

Prilog 1: Izgled energetskega certifikata za stambene zgrade

 <p>prema Direktivi 2002/91/EC</p>	<b>Zgrada</b> <input type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća			
	Vrsta zgrade			
	K.č. k.o.			
	Adresa			
	Mjesto			
	Vlasnik / investitor			
	Izvođač			
	Godina izgradnje			
	<b>Energetski certifikat za stambene zgrade</b>	$Q''_{H,nd,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	<b>Izračun</b>
		A+	≤ 15	 <b>A+</b>
A		≤ 25		
B		≤ 50		
C		≤ 100		
D		≤ 150		
E		≤ 200		
F		≤ 250		
G		> 250		
<b>Podaci o osobi koja je izdala energetske certifikat</b>				
Ovlaštena fizička osoba				
Ovlaštena pravna osoba				
Imenovana osoba				
Registarski broj ovlaštene osobe				
Broj energetskega certifikata				
Datum izdavanja/rok važenja				
Potpis				
<b>Podaci o zgradi</b>				
A <sub>K</sub> [m <sup>2</sup> ]				
V <sub>e</sub> [m <sup>3</sup> ]				
f <sub>0</sub> [m <sup>-1</sup> ]				
H <sup>t</sup> <sub>tr,adj</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]				

Izvor: Pravilnik o energetskega pregledu zgrade i energetskega certificiranju-Narodne Novine 17.04.2014.





# Zertifikat

Das Passivhaus Institut verleiht dem Gebäude  
Freistehendes Einfamilienhaus, Čevljarska ulica, 1292 lg

Bauherr: Mitja Petkovšek  
Gregorčičeva ulica 29, 1000 Ljubljana

Architekt: Danijel Čelig, Arhilab d.o.o.  
Tomšičeva ulica 30, 2000 Maribor

Haustechnik: SI.ING Darko Sušnik s.p.  
Jakobovo naselje 6, 9000 Murska Sobota

das Zertifikat

## qualitätsgeprüftes Passivhaus

Die Planung des Gebäudes erfüllt die vom Passivhaus Institut vorgegebenen Kriterien für Passivhäuser. Bei sachgemäßer Bauausführung genügt es den folgenden Anforderungen:

- Das Gebäude hat einen rundum ausgezeichneten Wärmeschutz und bauphysikalisch hochwertige Anschlußdetails. Der sommerliche Sonnenschutz wurde bedacht. Der Heizwärmebedarf ist begrenzt auf  
**15 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfl. und Jahr oder eine Gebäudeheizlast von 10 W/m<sup>2</sup>**
- Die Gebäudehülle besitzt eine gemäß ISO 9972 geprüfte, sehr gute Luftdichtheit, die eine Zugluftfreiheit und einen niedrigen Energieverbrauch ermöglicht. Der Luftwechsel über die Gebäudehülle wird bei 50 Pascal Druckdifferenz begrenzt auf  
**0,6 je Stunde, bezogen auf das Gebäudeluftvolumen**
- Das Haus verfügt über eine kontrollierte Wohnungslüftung mit hochwertigen Filtern, hocheffizienter Wärmerückgewinnung und niedrigem Stromverbrauch. Dadurch werden eine hohe Innenluftqualität und zugleich ein niedriger Energieverbrauch erreicht.
- Der gesamte jährliche Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Haushaltsstrom zusammen beträgt bei Standard-Nutzung nicht mehr als

**120 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr.**

Das Zertifikat ist nur in Verbindung mit dem Zertifizierungsheft zu verwenden. Hieraus gehen die genauen Werte für dieses Gebäude hervor.


Passivhäuser bieten eine sehr gute Behaglichkeit im Sommer und im Winter. Sie können mit geringem Aufwand beheizt werden, z. B. durch eine Nachheizung der Zuluft. Die Gebäudehülle von Passivhäusern ist auf der Innenseite gleichmäßig warm; die Temperaturen der inneren Oberflächen unterscheiden sich kaum von der Raumlufttemperatur. Durch die hohe Dichte sind Zugerscheinungen bei normaler Nutzung ausgeschlossen. Die Wohnungslüftungsanlage stellt eine gleichbleibend gute Innenluftqualität sicher. Die Heizkosten in einem Passivhaus sind sehr gering. Wegen des niedrigen Energieverbrauchs bieten Passivhäuser eine hohe Sicherheit bei künftigen Energiepreissteigerungen oder Energieverknappungen. Darüber hinaus wird die Umwelt optimal geschützt, da Energieressourcen sehr sparsam eingesetzt und nur geringe Mengen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und von Luftschadstoffen emittiert werden.

ausgestellt:  
Darmstadt den 04.06.10

  
Dr. Wolfgang Feist

Izvor: <http://www.lumar.si/media/assets/certifikati/phi1.jpg>

Prilog 3: PHIOUS+ energetska certifikat za pasivnu kuću

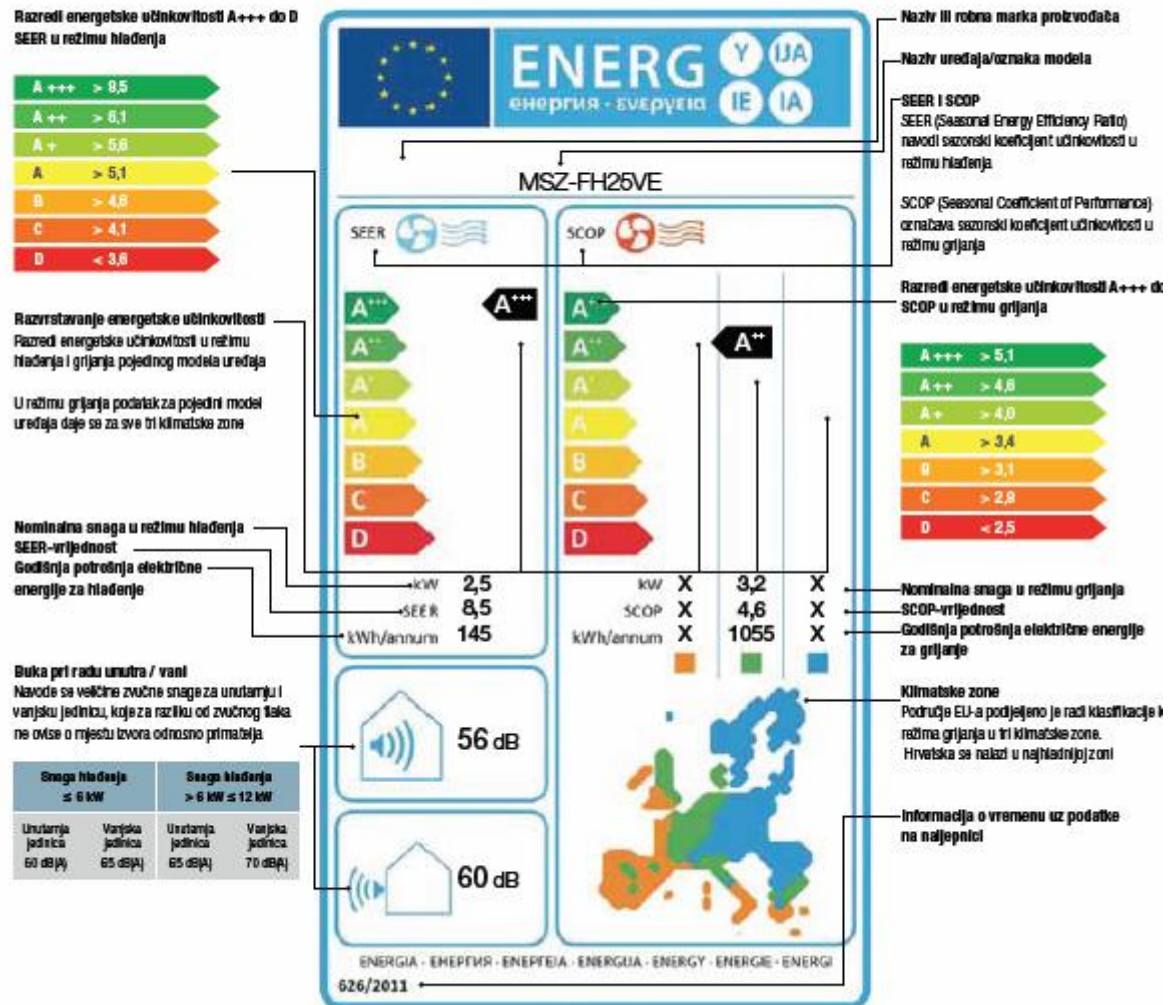
Product name: Zola Thermoplus Clad T&T		Center-of-glass properties					
ASHRAE/IECC /DOE North American Climate Zone	North, East, West -facing South-facing				Zola quad hi-g Kr		
Climate specific recommendations:		Whole-window installed U-value		Ucog-Value			
		W/m2K	BTU/hr.ft2.F	SHGC	W/m2K	BTU/hr.ft2.F	
8		0.71	0.12	0.456	0.366	0.064	
7	✓	0.69	0.12	0.456	0.346	0.061	
6	✓	0.68	0.12	0.456	0.320	0.056	
5	✓	0.68	0.12	0.456	0.318	0.056	
4		0.68	0.12	0.456	0.319	0.056	
Marine North		0.68	0.12	0.456	0.320	0.056	
Marine South	✓	0.68	0.12	0.456	0.323	0.057	
3	✓	0.68	0.12	0.456	0.321	0.057	
2 West		0.68	0.12	0.456	0.320	0.056	
2 East		0.68	0.12	0.456	0.320	0.056	
Zola Thermoplus Clad T&T Swisspacer V	FRAME				Psi-spacer		Psi-opaque
	Frame height		U-frame		Ψ		
	mm	in	W/m2K	BTU/hr.ft2.F	W/mK	BTU/hr.ft.F	W/mK
Head	118	4.56	0.96	0.17	0.031	0.018	0.154
Sill	118	4.56	0.96	0.17	0.031	0.018	0.089
left jamb	118	4.56	0.96	0.17	0.031	0.018	Grade B
right jamb	118	4.56	0.96	0.17	0.031	0.018	

Valid through 2/2016

Izvor: <http://www.phius.org/phius-certification-for-buildings-and-products>



## Naljepnica za novu "Energetsku učinkovitost"



Izvor: [http://www.grijanje-klima.com/wp-content/uploads/2013/05/energetska\\_ucinkovitost\\_klime\\_m.jpg](http://www.grijanje-klima.com/wp-content/uploads/2013/05/energetska_ucinkovitost_klime_m.jpg)

## 12. POPIS TABLICA

TABLICA 1: ENERGETSKI RAZREDI .....	42
TABLICA 2: VRIJEDNOSTI KOEFICIJENATA TOPLINSKE VODLJIVOSTI KOJIM SE ZADOVOLJAVA PASIVNI STANDARD ZA KUĆU PROSJEČNE POVRŠINE OD 150 M2 .....	63
TABLICA 3: CIJENE ENERGENATA U HRVATSKOJ U SIJEČNJU 2015. ....	89
TABLICA 4: PROSJEČNA STOPA RASTA CIJENA ENERGENATA.....	90
TABLICA 5: PREDVIĐANJA CIJENE ENERGENATA U BUDUĆNOSTI.....	90
TABLICA 6: POTROŠNJA ENERGIJE PREMA NJEMAČKOM KFW EFFIZIENTHAUS STANDARDU: .....	91
TABLICA 7: CIJENA GRADNJE POJEDINIH TIPOVA KUĆA .....	92
TABLICA 8: CIJENA GRADNJE OBITELJSKE KUĆE .....	94
TABLICA 9: CIJENA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA POJEDINE TIPOVE KUĆA .....	95
TABLICA 10: UŠTEDE ZA GRIJANJE PROSTORA U POSTOCIMA.....	95
TABLICA 11: USPOREDBA CIJENE GRADNJE I UŠTEDE ENERGIJE ZA GRIJANJE	96
TABLICA 12: DODATNA CIJENA ULAGANJA ZA POJEDINI TIP OBJEKTA I UŠTEDA ENERGIJE.....	97
TABLICA 13: RAZDOBLJE POVRATA ULAGANJA U PASIVNU KUĆU.....	99
TABLICA 14: EMISIJE CO2 ZA POJEDINI TIP GRADNJE PRILIKOM GRIJANJA: ....	100

## 13. POPIS GRAFOVA

GRAF 1: PRIKAZ CIJENA ENERGENATA .....	89
GRAF 2: POTROŠNJA ENERGIJE PREMA TIPU GRADNJE.....	91
GRAF 3: USPOREDNI PRIKAZ CIJENA GRADNJE .....	93
GRAF 4: ODNOS POSKUPLJENJA GRADNJE I UŠTEDE ENERGIJE.....	96
GRAF 5: EMISIJE CO2 I ODRŽIVA GRADNJA: .....	101

## 14. POPIS SLIKA

SLIKA 1:USPOREDBA RAZVIJENIH I NERAZVIJENIH ZEMALJA.....	3
SLIKA 2: SHEMA KONCEPTA ODRŽIVOG RAZVOJA .....	7
SLIKA 3: UKUPNA POTROŠNJA ENERGIJE U EU PO SEKTORIMA .....	13
SLIKA 4: ENERGETSKE UŠTEDE U EU PO SEKTORIMA ZA RAZDOBLJE OD 2000. – 2010. GODINE .....	14
SLIKA 5: ODEX INDEKS ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U EU .....	15
SLIKA 6: POBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PO ZEMLJAMA OD 2000. DO 2010. GODINE .....	16
SLIKA 7: PRIKAZ POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U KUĆANSTVIMA ZA ZEMLJE ČLANICE EU .....	18
SLIKA 8: POTROŠNJA ENERGIJE U DOMAĆINSTVIMA U EU .....	19
SLIKA 9: EMISIJE UGLJIČNOG DIOKSIDA U SEKTORU ZGRADARSTVA U EU .....	20
SLIKA 10: PRIKAZ POTROŠNJE ENERGENATA U KUĆANSTVIMA U EU OD 1990. DO 2012. GODINE PREMA VRSTI ENERGENATA .....	21
SLIKA 11: PREGLED POTROŠNJE ENERGIJE U KUĆANSTVIMA ZA ZEMLJE ČLANICE EU, 2012. GODINA .....	22
SLIKA 12: POTROŠNJA ENERGIJE U HRVATSKOJ 1990.-2010. GODINE.....	27
SLIKA 13: POTROŠNJA ENERGIJE U HRVATSKOJ PO SEKTORIMA 1990.- 2010.....	28
SLIKA 14: ODEX INDEKS ZA HRVATSKU .....	30
SLIKA 15: „ ODEX INDEKS ZA SEKTOR KUĆANSTVA“ .....	31
SLIKA 16: POTROŠNJA ENERGIJE U KUĆANSTVIMA PO NAMJENI ZA 2010. GODINU.....	32
SLIKA 17: PRIKAZ PROCIJENJENE GODIŠNJE UKUPNE ENERGIJE POTREBNE ZA GRIJANJE OBITELJSKIH KUĆA U HRVATSKOJ.....	32
SLIKA 18: POTROŠNJA ENERGIJE U HRVATSKIM KUĆANSTVIMA U PERIODU OD 1995. – 2010. GODINE .....	33
SLIKA 19: GODIŠNJA NEPOSREDNA POTROŠNJA ENERGIJE ZA GRIJANJE OBITELJSKE KUĆE .....	34
SLIKA 20: INDEKS EMISIJA CO2 U HRVATSKOJ OD 1995. GODINE DO 2010. GODINE .....	35
SLIKA 21: ENERGETSKA BILANCA KUĆE .....	41
SLIKA 22: KAMENA VUNA .....	47
SLIKA 23: ECO SANDWICH .....	49
SLIKA 24: IZOLACIJA KUĆE EKSPANDIRANIM POLISTIRENOM .....	50
SLIKA 25: CELULOZNE PAHULJICE .....	51
SLIKA 26: PLUTENE IZOLACIJSKE PLOČE .....	53
SLIKA 27: TERMO IZOLACIJSKE PLOČE OD KONOPLJE .....	54
SLIKA 28: OVČJA VUNA KAO TERMO IZOLATOR.....	55
SLIKA 29: ŽBUKANJE ZIDOVA ILOVAČOM .....	56
SLIKA 30: SOKRATOV KONCEPT ENERGETSKI EFIKASNE GRADNJE.....	58

SLIKA 31: PASIVNA SOLARNA KUĆA PREMA PRINCIPU DIREKTOG SUNČEVOG ZAHVATA .....	67
SLIKA 32: TROMBOV ZID .....	68
SLIKA 33: PASIVNA SOLARNA KUĆA SA STAKLENIKOM NA JUŽNOJ STRANI....	69
SLIKA 34: PRINCIP PASIVNO SOLARNE GRADNJE.....	70
SLIKA 35: SELO KRAPJE U HRVATSKOJ, PRIMJER GRADNJE PRIRODNIM MATERIJALIMA I SELO GRADITELJSKE BAŠTINE I EUROPSKI SPOMENIK KULTURE A - KATEGORIJE .....	78
SLIKA 36: PANELI OD BALA SLAME MODCELL .....	81
SLIKA 37: PRESJEK PANELA OD PREŠANE SLAME.....	82
SLIKA 38: PRIMJER DRVENE KUĆE IZNUTRA .....	84
SLIKA 39: KUĆA OD NABIJENE ZEMLJE U TOPOLJU.....	86

## **15. POPIS PRILOGA**

PRILOG 1: IZGLED ENERGETSKOG CERTIFIKATA ZA STAMBENE ZGRADE .....	104
PRILOG 2: PHPP PASSIVHAUS CERTIFIKAT .....	105
PRILOG 3: PHIUS+ ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA PASIVNU KUĆU .....	106
PRILOG 4: NOVI ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA KLIMA UREĐAJE.....	107

## 16. LITERATURA

### KNJIGE I PUBLIKACIJE

1. Bukarica V., Sušić D., Bokorović Ž. (2008): Priručnik za energetske savjetnike, Zagreb, 2008.
2. MZOPUG (2005) : Vodič kroz energetska efikasna gradnja, Zagreb, siječanj 2005.

### INTERNET

1. 24 sata, Klimatizacija.hr(2013): Koliko električne energije troši vaš klima uređaj, 2.7.2013. (<http://www.24sata.hr/koliko-elektricne-energije-trosi-vas-klima-uređaj-321889> - 2.2.2015.)
2. 24 sata, Savjet za zelenu gradnju(2013): Savjet za zelenu gradnju govori o zelenim zgradama u svijetu, 4.4.2013. ( <http://www.24sata.hr/niskoenergetska-kuca/svjetski-savjet-za-zelenu-gradnju-govori-o-zelenim-zgradama-308997> - 20.1.2015)
3. ADEME (2013): Energy efficiency in the European Union : Trends and policies, Lessons from the ODYSSEE MURE project, siječanj 2013. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/summary-about-energy-efficiency-trends-and-policies-by-sector-in-Europe.pdf> 2.12.2014.)
4. Alfa portal,xxx: Holistički pristup zdravlju – ne liječiti bolest, već čovjeka (<http://www.alfa-portal.com/holisticki-pristup-zdravlju-ne-lijeciti-bolest-vec-covjeka/> - 19.1.2015.)
5. APPPN(2004): Pravilnik minimalnih tehničkih uvjeta za projektiranje i gradnju stanova iz programa društveno poticane stanogradnje (<http://www.apn.hr/hr/pravilnik-44> - 1.2.2015.)
6. AZZO(2014): Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj,2014., Zagreb, srpanj 2014., str. 2, (<https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/2014/185%20sjednica//185%20-%2011.pdf> – 11.3.2015.)
7. Ban J.,Poslovni dnevnik,19.3.2013. ( <http://www.poslovni.hr/eu-fondovi/stize-eco-sandwich-za-energetsku-obnovu-zgrada-234494#> - 22.12.2014.)
8. Banjad Pečur I., Štirmer N., Milovanović B. - Sustav ECO–SANDWICH – održivi predgotovljeni zidni panelni sustav od recikliranog agregata, UDK 624.022.9:502.7, Sabor hrvatskih graditelja 2012, str. 5. (<https://bib.irb.hr/datoteka/603769.ECO-SANDWICH.pdf> - 22.12.2014)
9. Bogičević M., gradjevinarstvo.rs (2009): Nabijena zemlja - savremena interpretacija drevnog materijala, 20.11.2009. (<http://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/878/820/nabijena-zemlja-savremena-interpretacija-drevnog-materijala> - 24.1.2015.)
10. Borković, Ž.H., HEP TOPLINARSTVO (2007): Energetska učinkovitost u zgradarstvu – vodič za sudionike u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada, Zagreb, svibanj 2007. (<https://bib.irb.hr/datoteka/350196.brosura.indd.pdf> - 15.12.2014.)
11. Boromisa A.M., Bukarica V., Pavičić Kaselj A., Landeka J., Robić S. (2011): Financiranje provedbe mjera energetske učinkovitosti u kućanstvima, CENEP, Zagreb, rujan 2011. ([http://admin.cenep.net/hr/o\\_projektu/dokumenti](http://admin.cenep.net/hr/o_projektu/dokumenti) 4.12.2014.)

12. Budak B., Likan V., (2009): Zelena gradnja u Hrvatskoj, Treći hrvatski forum o održivoj gradnji, Zagreb, 14.11.2009.  
([http://www.holcim.hr/fileadmin/templates/HR/doc/3\\_HFOG\\_Vedrana\\_Likan\\_Savjet\\_za\\_zele\\_nu\\_gradnju.pdf](http://www.holcim.hr/fileadmin/templates/HR/doc/3_HFOG_Vedrana_Likan_Savjet_za_zele_nu_gradnju.pdf) - 19.1.2015.)
13. Caparol,xxx: Brošura: Pasivna kuća, Štedimo energiju i čuvamo okoliš  
(<http://www.caparol.hr/Portals/hr/upload/brosure/Pasivna%20kuca%20ver2.pdf> – 15.1.2014.)
14. Carbon Independent, xxx(2015): Home energy sources , 28.1.2015.  
([http://www.carbonindependent.org/sources\\_home\\_energy.htm](http://www.carbonindependent.org/sources_home_energy.htm) - 3.2.2015.)
15. CHEE IPA :Mađarska – Hrvatska(2015): Primjer dobre prakse - Solarna kuća u Osijeku  
(<http://www.chee-ipa.org/hr/energetska-efikasnost/primjer-dobre-prakse-solarna-kua-u-osijeku> - 16.1.2014.)
16. Cijene goriva,xxx(2015): Cijene goriva (<http://cijenegoriva.info/CijeneGoriva.aspx> - 25.1.2015.)
17. Croenergo.eu,xxx(2011): Nabijena zemlja: Tradicionalna eko-arhitektura, 14.11.2011.  
(<http://www.croenergo.eu/3673.aspx> - 25.1.2015.)
18. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0091> – 1.12.2014.)
19. EIHP (2012): Energy Efficiency Policies and Measures in Croatia, Zagreb, rujan 2012.  
(<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-croatia.pdf> - 10.12.2014.)
20. EK (2010) : Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy, Brussels 2010. ([http://www.eib.org/epec/ee/publications/category/eu\\_legislation/energy-2020-a-strategy-for-competitive-sustainable-and-secure-energy.htm](http://www.eib.org/epec/ee/publications/category/eu_legislation/energy-2020-a-strategy-for-competitive-sustainable-and-secure-energy.htm) - 3.12.2014.)
21. EK (2010): Europa 2020: Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast, Bruxelles 2010. ([http://www.mobilnost.hr/prilozi/05\\_1300804774\\_Europa\\_2020.pdf](http://www.mobilnost.hr/prilozi/05_1300804774_Europa_2020.pdf) - 2.12.2014.)
22. Eko-san,xxx: Niskoenergetske kuće (<http://eko-san.net/niskoenergetske.html> -10.1.2015.)
23. Energiesparen im haushalt.de, xxx: Sind Passivhaus-Kosten höher ?  
(<http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/passivhaus-bauen/passivhaus-kosten.html> - 15.1.2015.)
24. Facebook, xxx(2011): Prednosti finskih drvenih kuća u odnosu na klasičnu gradnju, 24.5.2011. (<https://www.facebook.com/notes/brvnare-drvene-kuce-iz-bajki/prednosti-finskih-drvenih-ku%C4%87a-u-odnosu-na-klasi%C4%8Dnu-gradnju/154378857962190?fref=nf> – 23.1.2015.)
25. Fasade Mehić, xxx: Stropor fasade – zanimljive informacije  
(<http://fasademehic.weebly.com/zanimljive-informacije.html> - 2.1.2015.)
26. FZOEU (2008): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj – Gospodarenje energijom u gradovima, Zagreb, 2008.  
(<http://www.enf.fzoeu.hr/assets/files/post/378/list/gospodarenjeGradovi.pdf> - 5.12.2014.)

27. FZOEU (2012): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj: Pasivne i niskoenergetske kuće , UNDP-EE 2012. (<http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/pasivne-i-niskoenergetske-kuce - 6.1.2015.>)
28. FZOEU(2008): Priručnik za energetske savjetnike, 2008. (<http://www.enu.fzoeu.hr/assets/files/post/96/list/prirucniksavjetnici.pdf - 1.12.2014.>)
29. FZOEU(2015): Godišnji program raspisivanja javnih poziva i natječaja u 2015., Javni poziv za sufinanciranje niskoenergetske novogradnje, EnU-11 (<http://www.fzoeu.hr/hrv/pdf/JAVNI%20POZIVI%20I%20NATJECAJI%202015.pdf - 2.2.2015.>)
30. FZOEU,xxx (2012): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj: Niskoenergetske kuće, UNDP-EE 2012 (<http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/pasivne-i-niskoenergetske-kuce/niskoenergetske-kuce -15.1.2015.>)
31. FZOEU,xxx (2012): Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj: Pasivne kuće, UNDP-EE 2012. (<http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/pasivne-i-niskoenergetske-kuce/pasivne-kuce - 15.1.2015.>)
32. GINA,xxx: Prednosti finških drvenih kuća u odnosu na klasičnu gradnju (<http://www.drvene-kuce.com.hr/SpecialContentDetails/50/lang/Croatian/Prednosti-finskih-drvenih-kuca-u-odnosu-na-klasicnu-gradnju---Cerini-Nekretnine.whtml - 24.1.2015.>)
33. Glasnović Z., Horvat J., Omahić D. (2008): Slama kao superiorni građevinski materijal, Tehnoeko, svibanj 3/2008, (<https://www.fkit.unizg.hr/news/31890/Tehnoeko%20-%20Slama.pdf - 21.1.2015.>)
34. Gradnja.org, xxx(2011):Stari materijal za gradnju budućnosti , 2.6.2011. (<http://www.gradnja.org/vijesti/materijali/671-stari-materijal-za-gradnju-buducnosti.html - 21.1.2015.>)
35. Grobovšek B.(2007): Toplinskoizolacijski materijali od prirodnih sirovina, Časopis građevinar, 59/2007 (<http://www.casopis-gradjevinar.hr/~hsgjorg1/gradjevinar/assets/Uploads/JCE-59-2007-09-13.pdf - 2.1.2014.>)
36. Hausbaukosten, Alex G.(2014): BAUKOSTEN KFW 70 55 40 HAUS PRO QM/M2 IM VERGLEICH ZU ENEV 2014, 22.6.2014. (<http://hausbaukosten.eu/baukosten-kfw-70-55-40-haus-pro-qm-m2-im-vergleich-zu-enev - 1.2.2015.>)
37. Hausbaukosten,xxx(2014): Baukosten-Rechner online 13.9.2014. (<http://hausbaukosten.eu/baukostenrechner-online-kostenlos - 1.2.2015.>)
38. HEP Plin(2015): Cijena plina od 01.01.2015. (<http://www.hep.hr/plin/kupci/cijena.aspx - 28.1.2015.>)
39. HEP(2015): Tarifne stavke za kupce kategorije kućanstvo (<http://www.hep.hr/ods/kupci/kucanstvo.aspx - 25.1.2015.>)
40. Honka:Honka fusion : Moderna drvena kuća, brošura, str.8 (<http://www.drvo-trend.hr/brosure/Honka-fusion.pdf - 24.1.2015.>)
41. HSZG: Breeam certifikat (<http://www.gbccroatia.org/hr/o-nama/edukacija/breeam-edukacija/ - 20.1.2015.>)



42. HSZG: Hrvatski savjet za zelenu gradnju (HSZG) ([http://www.gbccroatia.org/stranice/hrvatski-savjet-za-zelenu-gradnju-\(hszg\)/41.html](http://www.gbccroatia.org/stranice/hrvatski-savjet-za-zelenu-gradnju-(hszg)/41.html) - 20.1.2015.)
43. HSZG: Leed certifikat (<http://www.gbccroatia.org/hr/o-nama/edukacija/leed-edukacija/> - 20.1.2015)
44. Immonet.de, xxx(2015): Die Energieeinsparverordnung – Was ist neu und was bleibt (<http://www.immonet.de/service/energieeinsparverordnung.html> - 1.2.2015.)
45. Izvori energije.com, xxx(2009): Niskoenergetske i pasivne kuće – 1.3.2009. ([http://www.izvorienergije.com/niskoenergetske\\_i\\_pasivne\\_kuce.html](http://www.izvorienergije.com/niskoenergetske_i_pasivne_kuce.html) - 17.1.2014.)
46. Jones B.(2006) : Priručnik za gradnju kuća od bala slame, Siniša Kos - Mursko Središće, 2006. (<https://bs.scribd.com/doc/100924284/Priru%C4%8Dnik-za-gradnju-ku%C4%87a-od-bala-slame> – 22.1.2015.)
47. Jutarnji list, xxx(2010): Zelena gradnja - jedini izbor za buduće investicije – 13.7.2010. (<http://www.jutarnji.hr/zelena-gradnja---jedini-izbor-za-buduće-investicije/846304/> - 19.1.2015.)
48. KfW Bank: Energieeffizient bauen: Das KfW Effizienzhaus (<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Das-KfW-Effizienzhaus/> - 1.2.2015.)
49. Klimatizacija.hr,xxx(2015): Zašto je energetska učinkovitost toliko bitna (<http://www.klimatizacija.hr/novosti/1-eu-energetska-naljepnica/> - 2.2.2015.)
50. KNAUF, xxx : Kamena vuna i kako nastaje (<http://www.knaufinsulation.hr/kamena-vuna-i-kako-nastaje> - 20.12.2014. )
51. Korak, Uredništvo časopisa Korak(2012)- Korak: Stručni časopis za podne obloge, ambijent i vanjsko uređenje , 4/2012, prosinac 2012 , (<http://issuu.com/korak.u.prostor/docs/issuu-korak-2012-04> - 15.1.2014.)
52. Kordej-De Villa Ž. , Stubbs P.(2009): Participativno upravljanje za održivi razvoj, Ekonomski institut, 2009.,(<file:///C:/Users/Boris/Desktop/Participativno%20upravljanje%20za%20odr%C5%BEiv i%20razvoj.pdf> – 2.11.2014)
53. Koški Ž., Zorić G., eGFOS (2010) : Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim kućama, časopis e-GFOS (<http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-1/akumulacija-sunceve-energije> - 17.1.2015.)
54. Koški Ž., Zorić G.(2010): Akumulacija Sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama, časopis e-GF-OS, broj 1/2010 (<http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-1/akumulacija-sunceve-energije> - 4.1.2015.)
55. Kuća bez troškova,xxx(2014): Vrste energetske učinkovitih kuća (<http://www.kucabeztroskova.com/vrste-energetski-ucinkovitih-kuca/> - 17.1.2014.)
56. Kumal, xxx: Ekspandirani polistiren – svojstva ( <http://www.kumal.hr/hr/ekspandirani-polistiren-svojstva.html> - 2.1.2015.)



57. Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU, 2014. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/buildings/buildings-eu.pdf> -2.12.2014.)
58. Lapillonne B., Pollier K., Samci N. (2014): Energy Efficiency Trends for households in the EU, Bruxelles, 2014. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/household/household-eu.pdf> - 2.12.2014.)
59. Magazin.hr, xxx: Smog u Istri – Udisati kamenu vunu( <http://magazin.net.hr/zdravlje/udisati-kamenu-vunu> - 20.12.2014.)
60. MGIPU(2014.): Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014.do 2020., Zagreb, siječanj 2014. ([http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program\\_EO\\_OBITELJSKE\\_KUCE.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Program_EO_OBITELJSKE_KUCE.pdf) - 10.12.2014.)
61. MGPU (2014): STUDIJA PRIMJENJIVOSTI ALTERNATIVNIH SUSTAVA: Elementi za izradu Elaborata alternativnih sustava opskrbe energijom ,Zagreb ,rujan 2014. ([http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/STUDIJA\\_primjenjivosti\\_AS.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/STUDIJA_primjenjivosti_AS.pdf) - 15.12.2014.)
62. MGRP (2008): Nacionalni program energetske učinkovitosti 2008. - 2016.,Zagreb, rujan 2008. (<http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Nacionalni%20program%20energetske%20u%C4%8Dinkovitosti%202008.%20-%202010..pdf> – 5.12.2014.)
63. MGRP: nakNADA ZA BUDUĆNOST:Kako građani doprinose ulaganju u obnovljive izvore energije, brošura, RELEEL, Zagreb ([http://releel.mingorp.hr/UserDocsImages/letakRELEEL\\_web.pdf](http://releel.mingorp.hr/UserDocsImages/letakRELEEL_web.pdf) - 25.1.2015.)
64. MINGO (2014): Treći nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti RH 2014.-2016., Zagreb 2014., str 6. ([http://www.mingo.hr/public/3%20Nacionalni\\_akcijski\\_plan.pdf](http://www.mingo.hr/public/3%20Nacionalni_akcijski_plan.pdf) – 6.12.2012.)
65. MINGO(2012): Energija u Hrvatskoj 2012, godišnji energetski pregled, Zagreb 2013. ([http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012\\_web%20%281%29.pdf](http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012_web%20%281%29.pdf) – 27.1.2015.)
66. Montažne i drvene kuće, xxx(2015): Usporedni prikaz cijena drvenih kuća u Hrvatskoj, 4.2.2015. (<http://www.montazneidrvenekuće.info/vijesti/usporedni-prikaz-cijena-drvenih-kuca-u-hrvatskoj/100> - 6.2.2015.)
67. Motik B.: Tehnologije za održivi svijet: priručnik za održivo graditeljstvo i gospodarenje otpadnim vodama, EkoSense, ZMAG,Blatuša,srpanj 2009. (<http://www.zmag.hr/admin/public/javascript/fckeditor/editor/ckeditor/userfiles/files/prirucnik%20tehnologije%20za%20odrzivi%20svijet.pdf> – 16.12.2014.)
68. Munić, J.(2010):Bioraznolikost kao temelj održivog razvoja, Zelena akcija, Zagreb 2010. ([http://s3-eu-west1.amazonaws.com/zelenaakcija.production/zelena\\_akcija/document\\_translations/655/doc\\_files/original/AOR\\_Bioraznolikost-Jagoda\\_Munic.pdf?1276898053](http://s3-eu-west1.amazonaws.com/zelenaakcija.production/zelena_akcija/document_translations/655/doc_files/original/AOR_Bioraznolikost-Jagoda_Munic.pdf?1276898053) – 1.11.2014)
69. NN 110/07 (2009): Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske ([http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_03\\_30\\_658.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_03_30_658.html) - 5.11.2014.)

70. ODYSSEE (2010): Enerdata: Definition of ODEX indicators in ODYSSEE data base, march 2010. (<http://www.indicators.odyssee-mure.eu/odex-indicators-database-definition.pdf> - 5.12.2014.)
71. ODYSSEE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU: Lessons from the ODYSSEE MURE project, 2013. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)
72. ODYSSEE-MURE (2012): Profil energetske učinkovitosti: Hrvatska, rujan 2012. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/profiles/hrvatska-efficiency-trends.pdf> - 15.12.2012.)
73. ODYSSEE-MURE (2013): Energy Efficiency Trends in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project, 2013. (<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf> - 1.12.2014.)
74. ÖGUT: Pass net Project: Current situation of Passive House in Europe (<http://www.pass-net.net/situation/index.htm#country> - 16.1.2015.)
75. Passive House Institute: PHPP – the energy balance and Passive House planning tool ([http://www.passiv.de/en/04\\_phpp/04\\_phpp.htm](http://www.passiv.de/en/04_phpp/04_phpp.htm) - 16.1.2014.)
76. Paun C. (2011): Build it solar: Cristian's Earth Sheltered Passive Solar Home in Romania- 4.3.2011. (<http://www.builditsolar.com/Projects/SolarHomes/Romania/CristianHouse.htm> - 17.1.2014.)
77. Pavić-Rogošić, L.(2010): Održivi razvoj, ODRAZ, Zagreb studeni 2010., ([http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi\\_razvoj.pdf](http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi_razvoj.pdf) - 2.11.2014)
78. Pavić-Rogošić, L.(2009): EU-Hrvatska- Zajednički savjetodavni odbor: Izvještaj o održivom razvoju u Republici Hrvatskoj, 13. listopada 2009., Zagreb ([http://www.logincee.org/remote\\_library?lang=lv&partner=12&language\\_code=&country\\_id%5B0%5D=&topic\\_id%5B0%5D=&module=1&document\\_category\\_id%5B0%5D=&orderby=102&skip=2540&pagesize=10&search\\_options=2&search\\_type=4&skip=2560](http://www.logincee.org/remote_library?lang=lv&partner=12&language_code=&country_id%5B0%5D=&topic_id%5B0%5D=&module=1&document_category_id%5B0%5D=&orderby=102&skip=2540&pagesize=10&search_options=2&search_type=4&skip=2560) - 4.11.2014.)
79. Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju-Narodne Novine 17.04.2014. ([http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_04\\_48\\_929.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_48_929.html) - 16.12.2014.)
80. Prozor u dom-design&lifestyle, M.M., T.M.(2010): Kako se živjelo nekada -etno stil, 18.3.2010. (<http://prozorudom.com/2010/03/18/etno-stil-povratak-tradiciji/> - 26.1.2015.)
81. Puntarović-Vlahinić J.(1992): Oblici tradicijske arhitekture i kulture stanovanja u Baranji, 1992., UDK 39:72, Studia Ethnologica vol.4 (<http://hrcak.srce.hr/file/112492> - 26.1.2015.)
82. Radović M: Moj dom : Pasivne solarne kuće (<http://moj-dom.me/gradnja/pasivniskoenergetski-objekti/pasivne-solarne-kuce/> - 16.1.2014.)
83. REASH (2008): Brošura održiva gradnja, listopad 2008. (<http://www.regea.org/assets/files/objavlismo/og.pdf> - 15.12.2014.)
84. Rijekatrans,xxx(2015): Cjenik lož ulja, 25.1.2015. (<http://www.rijeka-trans.hr/hr/cjenik.php> - 25.1.2015.)
85. ROCKWOOL, xxx: Područje primjene Rockwool proizvoda (<http://www.rockwool.hr/o+nama/primjena+kamene+vune> - 20.12.2014.)

86. Službeni list Europske unije(2010): Direktiva 2010/31/EU o energetskej učinkovitosti, 12/Sv.3, 18.6.2010 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32010L0031> – 17.1.2014.)
87. Smolčić Jurdana D.(2012): Održivi razvoj i turizam, Sveučilište u Mostaru, prezentacija 2.dio, 2012. (<http://www.fpmoz.ba/pdf/Odrzivi%20razvoj%20i%20turizam%202014%20-%202.dio.pdf> – 3.11.2014.)
88. Sotošek B.: Prevalencija oralnih simptoma u radnika izloženih aerosolima kamene vune, Novi Marof, 1986. ([http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=150020](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=150020) – 20.12.2014)
89. Šegon V., Rajić K., REGEA(2012): Priručnik o gorivima iz drvene biomase, Zagreb, ožujak 2012. ([http://www.regea.org/assets/files/objavilismo2012/D32\\_Biofuel\\_hanbook\\_REGEA.pdf](http://www.regea.org/assets/files/objavilismo2012/D32_Biofuel_hanbook_REGEA.pdf) - 26.1.2015.)
90. Šišak M., ZMAG: Vodič kroz centar znanja - Reciklirano imanje : Energija za budućnost, ZMAG (<http://www.rosalux.rs/userfiles/files/brosura%20ENERGIJA%20ZA%20BUDUCNOST%20za%20web.pdf> – 18.1.2015.)
91. Šišak,M.(2009): Mali priručnik za održivo življenje, Društvo za kulturu i suživot s prirodom - KNEJA, Čakovec, 2009. (<https://www.scribd.com/doc/134669987/Mali-Prirucnik-za-odrzivo-zivljenje> - 17.12.2014.)
92. Štirmer N., Milovanović B., Lavriv F.(2013): Certificiranje pasivne kuće, UDK/UDC 006.3/8+691 ([https://bib.irb.hr/datoteka/691715.Certificiranje\\_pasivne\\_kue.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/691715.Certificiranje_pasivne_kue.pdf) - 12.1.2015.)
93. Terradecor,xxx: Pregradni panel od slame (<http://terradecor.hr/proizvodi/pregradni-panel-od-slame/> - 22.1.2015.)
94. UNDP HR,xxx(2015): Zeelena.com.hr: Autonomne kuće i kuće s viškom energije – 18.1.2015. ([http://zeelena.com.hr/autonomne\\_kuce/](http://zeelena.com.hr/autonomne_kuce/) - 19.1.2015.)
95. Webgradnja.hr, Flemont: Prvi pasivni stanovi u Zagrebu (<http://www.webgradnja.hr/clanci/prvi-pasivni-stanovi-u-zagrebu/452/> - 15.1.2015.)
96. Wikipedija.org, xxx (2014): Razlika između mineralne, staklene i kamene vune ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Mineralna\\_vuna#Staklena\\_vuna](http://hr.wikipedia.org/wiki/Mineralna_vuna#Staklena_vuna) - 19.12.2014.)
97. Wikipedija.org,xxx(2013):Kuća od slame ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Ku%C4%87a\\_od\\_slame](http://hr.wikipedia.org/wiki/Ku%C4%87a_od_slame) – 21.1.2015.)
98. Wikipedija.org,xxx(2015): Pasivna sunčeva arhitektura ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Pasivna\\_sun%C4%8Deva\\_arhitektura](http://hr.wikipedia.org/wiki/Pasivna_sun%C4%8Deva_arhitektura) – 2.2.2015.)
99. Wikipedija.org,xxx, (2015): Izolacija od ovčje vune ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Izolacija\\_od\\_ov%C4%8Dje\\_vune](http://hr.wikipedia.org/wiki/Izolacija_od_ov%C4%8Dje_vune) – 3.1.2015.)
100. YTONG,xxx(2014): Niskoenergetske kuće (<http://gradnjakuće.com/niskoenergetske-kuće/> - 6.1.2014.)
101. ZABA, xxx, : Zelena zona : Pasivna i niskoenergetska kuća ([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/zivim\\_zeleno/energetski\\_ucin\\_kovit\\_dom/pasivna\\_niskoenergetska\\_kuca](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/zivim_zeleno/energetski_ucin_kovit_dom/pasivna_niskoenergetska_kuca) - 6.1.2015.)

102. ZABA, xxx, : Zelena zona : Povijest pasivnih kuća  
([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislimglobaln/povijest\\_pasivnih\\_kuca](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislimglobaln/povijest_pasivnih_kuca) - 5.1.2014.)
103. ZABA,xxx: Zelena zona: Međunarodni certifikati zelene gradnje  
([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/zeleni\\_poslovi/međunarodni\\_certifikati\\_zelene\\_gradnje](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/zeleni_poslovi/međunarodni_certifikati_zelene_gradnje) - 20.1.2015.)
104. ZABA,xxx:Passipedia: Zelena zona: Povijest pasivnih kuća  
([http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislimglobaln/povijest\\_pasivnih\\_kuca](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/mislimglobaln/povijest_pasivnih_kuca) - 17.1.2015.)
105. Zelena energija.org, Szekeres I,(2012): Ekološki prihvatljiva plutena izolacija, 26.11.2012. (<http://www.zelenaenergija.org/clanak/ekoloski-prihvatljiva-plutena-izolacija/4776> - 2.1.2015.)
106. Zelena energija.org, Szekeres I. (2013): Kako povezati energetske ucinkovitost i zelenu gradnju – 24.4.2013. (<http://www.zelenaenergija.org/hrvatska/clanak/kako-povezati-energetske-ucinkovitost-i-zelenu-gradnju/6119> - 18.1.2015)
107. Zelena energija.org, Szekeres I. (24.4.2013): Jeste li znali da postoji više vrsta niskoenergetskih kuća (<http://www.zelenaenergija.org/clanak/jeste-li-znali-da-postoji-vise-vrsta-niskoenergetskih-kuca/6136> - 10.1.2015.)
108. Zelena energija.org, xxx (2014): Šta je pasivna solarna kuća i kako funkcionira- 24.11.2014. (<http://www.zelenaenergija.org/clanak/sta-je-pasivna-solarna-kuca-i-kako-funkcionira/2033> - 17.1.2015.)

## 17.SAŽETAK

U prošlom stoljeću ostvarene su najveće stope rasta, i iako svjesni posljedica neracionalne eksploataciji resursa, nije se vodila briga o zaštiti okoliša na način na koji se trebala. Niti danas se ne vodi dovoljna briga oko zaštite okoliša i očuvanju prirodnih bogatstava za buduće generacije.

Danas bi održivi razvoj trebao biti glavni cilj svakog gospodarstva, a energetska učinkovitost jedna od najvažnijih mjera postizanja održivog razvoja, no nažalost to nije uvijek tako. Održivi razvoj je razvoj koji zadovoljava potrebe današnjice bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija u zadovoljavanju njihovih potreba. Energetska učinkovitost danas je u svijetu prepoznata kao najjeftiniji i najbrži način postizanja ciljeva održivog razvoja. Poboljšanja energetske učinkovitosti doprinose smanjenju štetnih emisija u okoliš, većoj industrijskoj konkurentnosti, otvaranju novih radnih mjesta i povećanju sigurnosti opskrbe energijom. Energetski održiva gradnja predstavlja smanjenje energetske potreba u kućanstvima bez smanjenja kvalitete stanovanja. Održiva gradnja smanjuje utjecaj građevinske djelatnosti na okoliš, a temelji se na promicanju građevnih materijala koji nisu štetni po okoliš, energetske učinkovitosti zgrada i gospodarenju otpadom tijekom čitavog životnog ciklusa građevine od izgradnje do rušenja.

Postoji više tipova energetski efikasne gradnje kao na primjer nisko energetska kuća, pasivna kuća, kuća nulte energije, energetski samodostatna kuća i plus energetska kuća.

Prirodno graditeljstvo koristi isključivo prirodne materijale te se brine o energetske učinkovitosti. Tipovi gradnje su kuće od slame, kuće od nabijene zemlje, drveta, kamena, te kamene kuće. Gradnja niskoenergetskih, pasivnih i prirodnih kuća nešto je skuplje u odnosu na gradnju standardne kuće, no kroz uštede u energiji postoji ekonomska i ekološka opravdanost investiranja u takve objekte.

Istraživanjem provedenim u ovom radu dokazan je utjecaj načina gradnje na potrošnju energije i utjecaj na okoliš.

## **18. ABSTRACT**

In the last century, when the world had the biggest economical growth rates, and although people were aware of consequences of irrational resource exploitation, there was slight and unadequate care of environment protection and preservation. At present, care for the environment is still not on the appropriate level, and preservice of the environment for the future generations is questionable.

Economies should strive today towards sustainable development, and energy efficiency should be one of the prime measures for reaching the point of sustainable development, due to the fact that its the most affordable and fastest way. Energy efficiency contributes toward reduction of toxic emissions, industrial competitiveness, opening of new job placements and safe energy supply. Energy efficient construction, reduces the energy demand and consumption, without lowering the quality of living.

Sustainable construction lowers the impact of construction on the environment and uses materials that have less impact, takes into account the whole life cicle of buildings from construction, through years of use to demolition, and takes care of energy efficiency.

There are several kinds of energy efficient constructions, and most common are low energy house, passive house or so called ultra low-energy house, zero-energy house or so called net zero energy house, autonomous building or house with no bills and energy- plus house. Green building is allso a part of sustainable construction ,but green or so called ecological building uses exclusively only natural materials for building energy efficient buildings.

There are several most common kinds of green buildings: straw bale houses, houses out of wood, rammed earth houses and stone houses. Construction of low energy, passive and green houses is slightly more expensive than standard construction, but there is economical and ecological validity for investment in these tipe of buildings.

In this research we demonstrated how various methods of construction have an effect on energy consumption and environment.