

Prof. Ljubomir Miščević, dipl.ing.arh.
Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zagreb, Hrvatska

PASIVNI ENERGETSKI STANDARD U GRADITELJSTVU KAO PERSPEKTIVA ODRŽIVOG RAZVITKA - PRVE PASIVNE KUĆE U HRVATSKOJ

Sažetak

U radu su prikazani projekti i ostvarenja prvih pasivnih obiteljskih kuća u Hrvatskoj.

Hrvatska sunčana kuća (HSK) je nacionalni tehnologijsko-razvojni projekt grupe autora koji se temelji na standardu pasivne kuće kao energetske polazištu. Kuća ČV 1 je drvena pasivna kuća u izgradnji, a kuća M4 je prva pasivna kuća u Hrvatskoj izvedena od konstrukcijskog sustava porobetona i armiranobetonskih stropnih gredica. Obje kuće zadovoljavaju kriterije potrošnje energije za grijanje prostora po definiciji pasivne kuće od svega 15 kWh/m² godišnje. To su tzv. "kuće bez grijanja", "kuće toplinske udobnosti bez grijanja" ili "jednolitarske kuće", jer je potrošnja jednaka ekvivalentu jedne litre loživog ulja po m² prostora godišnje.

Uz temeljnu pretpostavku visokovrijedne toplinske zaštite pasivna kuća ima instalacijski sustav s toplinskom crpkom i ventilacijski sustav koji kontinuirano unosi svježi zrak u prostor. Uporabom obnovljivih izvora energije postignute su do sada najveće ostvarene uštede energije u graditeljstvu, uz istovremeno osiguranje optimalnih uvjeta zdravog stanovanja i bez emisija štetnih plinova.

Od 1990. godine bilježi se eksponencijalni porast broja izvedenih pasivnih kuća u Europi. Njemačka prednjači s ukupno oko 150 000 izvedenih slobodnostojećih kuća, jedinica nizova ili stambenih jedinica u manjim višestambenim zgradama.

Istraživački projekt - program Europske unije: Cost Efficient Passive Houses as European Standards (CEPHEUS) je višegodišnjim znanstvenim monitoringom potvrdio energetske i ekonomsku učinkovitost takve arhitekture i gradnje na 250 primjera u Njemačkoj, Francuskoj, Austriji i Švicarskoj, pa se pasivna kuća predlaže kao standard gradnje stambene arhitekture, ali i općenito za izgradnju svih funkcionalnih tipova ne samo stambene arhitekture.

Ostvarena energetska učinkovitost i dokazana povoljna investicijska isplativost razvile su nove oblike stimulacije takve gradnje i relevantne promjene koncepta dugoročnih energetske strategije u zemljama Europske unije.

PASSIVE ENERGY STANDARAD IN BUILDING AS A PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT - FIRST PASSIVE HOUSES IN CROATIA

Abstract

The paper presents the projects and implementation of the first passive family houses in Croatia.

The Croatian Solar House (CSH) is a national technological-development project by a group of authors, which is based on passive house standard as an energy-terms point of departure. The House EV1 is a wood-made passive house under construction, while the House M4 is the first passive house in Croatia made in poro-concrete and reinforced concrete made ceiling slabs. Both houses comply with the heating energy consumption requirements under the passive house definition, i.e., the annual consumption does not exceed 15 kWh/m². These houses are also referred to as “houses without heating”, “houses with thermal comfort without heating” or “one-liter houses” because their consumption is equivalent to one liter of fuel oil by one square meter a year. Assuming the high-value thermal protection, passive house is equipped with an installation system which houses a heat pump and ventilation system for continuous introduction of fresh air indoors. The use of renewable energy sources enabled the accomplishment by far the biggest energy savings in the construction industry, ensuring optimal conditions for healthy living without harmful gas emissions.

Since 1990 there is an exponential growth of constructed passive houses in Europe. Germany is leading this trend with total of 150,000 free-standing houses, house raw units or residential units in small multi-apartment buildings. The research project – program of the European Union: Cost Efficiency Passive Houses as European Union Standard (CEPHEUS) has confirmed, by scientific monitoring during several years, the energy- and cost-efficiency of such architecture and construction model in more than 250 units in Germany, France, Austria and Switzerland. Therefore the passive house is proposed as a standard for residential architecture and construction, but also for general construction of all functional types of non-residential architecture.

The accomplished energy efficiency and already corroborated favorable investment effectiveness lead to new forms of incentives to such construction style and relevant changes of long-term energy strategies in the EU member states.

1. UVOD

Jedan od najnovijih pojmova u graditeljstvu, u području energetske učinkovitosti koji privlači sve veću pozornost stručne javnosti i investitora, zasigurno je pasivna kuća.

Znanstveno-teorijske temelje pasivne kuće postavio je dr. Wolfgang Feist, jedan od pionira izrade standarda za niskoenergetske građevine u Njemačkoj i voditelj prvog svjetskog Instituta za pasivnu kuću utemeljenog 1996. godine u Darmstadtu. Vodeće istraživačke teme Instituta su; energetske bilance građevina, toplinske simulacije, niskoenergetske kuće, pasivne kuće, energetske koncepti i ušteda energije tijekom uporabe građevine.

2. DEFINICIJA PASIVNE KUĆE

Pojam pasivne kuće često se poistovjećuje, odnosno miješa s pojmom pasivne uporabe sunčeve energije, što je u izvjesnoj mjeri podudarno i kompatibilno.

Pasivnu kuću možemo najkraće definirati kao građevinu bez aktivnog sustava za zagrijavanje konvencionalnim (fosilnim) izvorima energije. Popularnije se u stručnom žargonu naziva "kućom bez grijanja". Još je jasniji naziv "jednolitarska kuća", jer se energetska potrošnja za zagrijavanje prostora može izraziti samo jednom litrom loživog ulja po m² korisnog stambenog prostora godišnje!

Takva kuća ima unutarnje izvore topline (čovjek, uređaji koji oslobađaju toplinu, akumulirana toplina u konstrukciji i sl.), uključuje prinos zračenja sunčeve energije i rabi toplinu (hladnoću) zemlje.

Godišnja potreba energije za zagrijavanje pasivne kuće je maksimalno do ili manja od 15 kWh/m². Koeficijent prolaza topline za sve građevne presjeke vanjskog omotača građevine ne smije biti veći od 0,15 W/m²K, a prozora i vanjskih vrata maksimalno 0,88 W/m²K. Za energetske prinos od pasivnog zahvata sunčevog zračenja potrebna je što veća otvorenost južnog pročelja, a debljina toplinske zaštite iznosi od 25 do 40 cm, naravno, bez toplinskih mostova. Zahtijeva se visoka zrakotijesnost utvrđena u odgovarajućoj građevinskoj normi DIN 4108 (maksimalna izmjena zraka je 0,6/h) uz kontrolirano provjetranje i posebno učinkovitu rekuperaciju topline iz otpadnog zraka. U primarnoj potrošnji energije zagrijavanje sanitarne potrošne vode i prostora predviđeno je sunčanim pretvornicima.

Usporedimo tako nisku energetske potrošnju od tridesetak kWh/m²god. sveukupnih energetske potreba (električna struja za rasvjetu i uređaje, energija za zagrijavanje vode i prostora), a od toga svega 15 kWh/m²god. za zagrijavanje prostora, s njemačkim i švedskim normama.

Prije svega, postojeće stare građevine troše sveukupno čak 250 do 300 kWh/m² godišnje, od čega 220 i više kWh/m² za grijanje.

Prema njemačkom standardu za toplinsku zaštitu iz 1984. godine (WSchVO – Wärmeschutzverordnung), maksimalna dozvoljena potrošnja za grijanje prostora je do 150 kWh/m² godišnje.

Iako četiri godine starije, švedske građevne norme (SBN - schwedische Baunorm des Jahres 1980) su zahtjevnije i već tada dozvoljavaju maksimalnu potrošnju do 100 kWh/m², a za ventilaciju prostora se predviđaju prvi kilovati – oko 3 kWh/m²god. (što se primjerice, sigurno može pokriti sustavom fotonaponskih sunčanih ćelija).

Njemačke su norme tek 1995. godine dostigle švedske iz 1980, a niskoenergetsku kuću s potrošnjom od svega 65 kWh/m²god. za grijanje prostora definiraju švedske norme iz 1991. godine.

2.1. Pasivna kuća u Europi

Do kraja 2000. godine provedena su detaljna mjerenja na 68 kuća. Mjerno promatranje (monitoring) vrši se od 1991. godine na stambenoj zgradi u Darmstadt-Kranichsteinu s četiri troetažne stambene jedinice, čija energetska potrošnja za grijanje iznosi svega 12,0 kWh/m² godišnje!

Među svim primjerima posebno su zanimljivi stambeni nizovi kao arhitektonsko-građevinski i energetske racionalan oblik građenja. U Wiesbadenu se od 1997. promatra niz od 22 stambene jedinice. Potrošnja energije za grijanje po pojedinoj jedinici je 13,4 kWh/m²god. U Neuenburgu se niz od 7 jedinica promatra od 1998. godine. Potrošnja struje za ventilaciju, energije za grijanje prostora i potrošne vode je nevjerojatnih 9,0 kWh/m², a u nizu s 32 jedinice u Hannover-Kronsbergu potrošnja za grijanje je 15,0 kWh/m².

U 2000. godini završena su naselja slobodnostojećih pasivnih kuća i nizova u Hannoveru, Geisenheimu, Wuppertalu, Viernheimu, Lindlar-Hohkeppelu, Neuenburgu, Stuttgartu i Ulmu. Treba spomenuti da je godišnji porast ostvarenja pasivnih kuća u Njemačkoj veći od 100 posto.

Prema demonstracijskom programu CEPHEUS koji istražuje ekonomsku povoljnost pasivne kuće kao europskog standarda građenja, do kraja 2000. godine izgradilo se je više stotina kuća po istim kriterijima u Njemačkoj, Švedskoj, Francuskoj, Austriji i Švicarskoj. 252 kuće i stambene jedinice nizova u Stuttgartu i Kasselu (u okviru CEPHEUS Austrija i CEPHEUS Švicarska) podvrgnute su detaljnom monitoringu.

U tim su zemljama provedeni i arhitektonski natječaji za obiteljske kuće koji su rezultirali mnogobrojnim kvalitetnim rješenjima i otkupima tih rješenja za izvedbu.

2.2. Pasivna kuća u Hrvatskoj

Izniman interes i veliki godišnji porast ostvarenja pasivnih kuća u razvijenim europskim zemljama, koje nemaju energetske probleme poput Hrvatske, potvrđuje spoznaju mogućnosti velike uštede energije i sve veću ekološku svijest svih sudionika u procesu građenja.

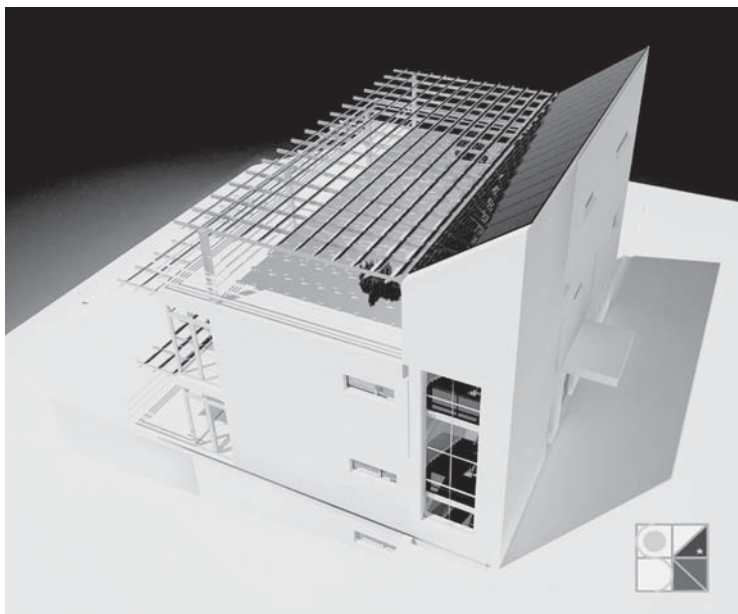
Mali broj ostvarenih energetske učinkovitih – pasivnih sunčanih obiteljskih kuća u Hrvatskoj nije rezultat egzaktno iskazanih neisplativih ulaganja. Unatrag petnaest godina više je razloga što energetska učinkovitost nema "pravo građanstva". Recesija, predratni pad standarda, rat i trenutačni nizak standard s jedne strane, te istovremeno nedostatno znanje, svijest i odgovornost nadležnih institucija i pojedinaca, uzrokovali su energetske i ekološke nekvalitetno građenje.

Usprkos ponuđenim programima poput Energetske kuće Saveza energetičara Hrvatske od 1992. godine ili Natječaja za izvedbu provjerene obiteljske kuće, stambene nizove i manje višestambene zgrade, iz 1993. godine koji je završio katalogom odabranih primjera, nije se prepoznao značaj tih napora, pa smo naslijedili tisuće četvornih metara stambenog prostora koje bi trebali što prije energetske sanirati (barem visokovrijednom toplinskom žbukom).

Takve neizolirane kuće s toplinskim mostovima pogotovo u II. i III. klimatskoj zoni troše više od 150 do 250 kWh/m² - dakle, deset do dvadesetak puta više energije za zagrijavanje od standarda pasivne kuće. O razini toplinske udobnosti u takvim kućama i emisiji stakleničkih plinova bespredmetno je raspravljati.

Prve pasivne sunčane kuće u Hrvatskoj više od petnaest godina bilježe iskustva energetske uštede uz ostvarenu toplinsku udobnost. Desetgodišnja mjerenja potrošnje energije (plina) za zagrijavanje prostora u tim kućama potvrđuju 80 posto uštede energije u odnosu na susjedne «klasično» izvedene kuće slične ili manje veličine. U slučaju zagrijavanja potrošne sanitarne vode i prostora integriranim sustavom sunčanih pretvornika za niskotemperaturno podno grijanje uštede prelaze i 100 posto u odnosu na potrošnju u neizoliranim kućama koje rabe konvencionalne – neobnovljive izvore energije.

Hrvatska sunčana kuća (HSK) je nacionalni razvojni znanstveno-istraživački projekt kojeg provodi Centar za obnovljive izvore energije (CERES). Projekt uključuje izvedbu ogledne kuće - živućeg laboratorija s početnim energetske standardom pasivne kuće. U tijeku je ishođenje lokacijske dozvole za HSK na središnjoj parceli budućeg Sunčanog grada u Zaprešiću.



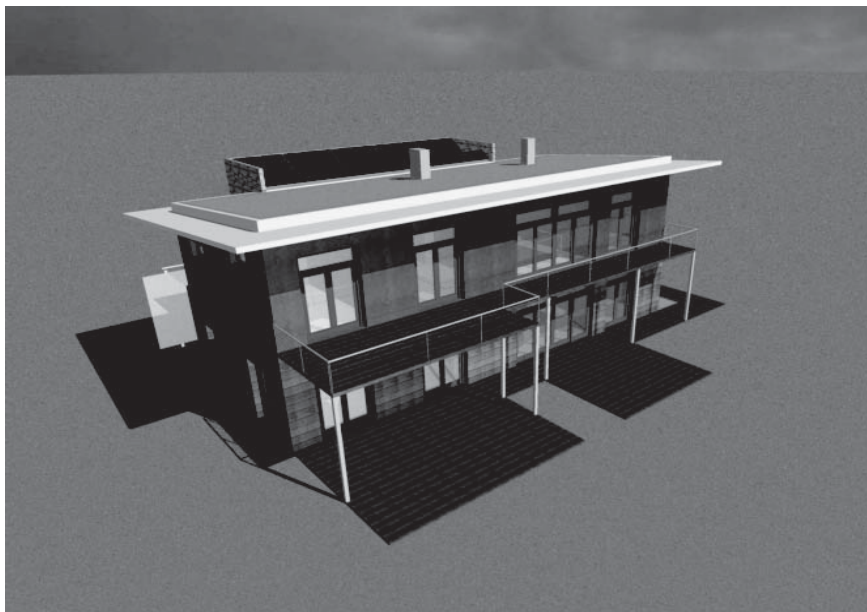
Slika1. Hrvatska sunčana kuća, nacionalni tehnologijsko-razvojni projekt. Autor arhitektonskog rješenja Lj. Mišević, dipl.ing.arh., 2002.

Izvedba prve hrvatske pasivne kuće završena je u rujnu ove godine. Kuća je smještena u mjestu Bestovje (Rakitje) kod Zagreba. Napokon i u Hrvatskoj imamo priliku provjere poznatih rezultata izvedenih pasivnih kuća u Europi. Investitor i vlasnik prve pasivne kuće je potpuno samostalno financirao izgradnju.



Slika 2. Prva hrvatska pasivna kuća u Bestovju. Pogled sa zapada.

U tijeku je izvedba prve hrvatske drvene pasivne kuće ČV 1 u Kupinečkom Kraljevcu. Projekt je objavljen u časopisu Graditeljstvo - GO 21 br. 8/2004.



Slika 3. Prva hrvatska drvena pasivna kuća ČV 1. Pogled s jugozapada. Autor: Lj.Miščević, 2004.

3. EKOLOŠKA PRIHVATLJIVOST GRAĐEVINA I NOVI ZAKONI

Pasivna kuća je zbog visoke energetske učinkovitosti i energetske samodostatnosti, apsolutni favorit u klasifikaciji za olakšice u postupku građevne dozvole, kreditiranje i investicijske subvencije za izvedbu.

Ekološka prihvatljivost građevine u prijedlogu Zakona o promjenama i dopunama Zakona o gradnji koji je uskoro u saborskoj proceduri, po prvi se put navodi kao gradnja koja će imati poticajne olakšice. Vjerojatno će podzakonski akti regulirati valorizaciju i klasifikaciju energetske i ekološke prihvatljivosti, a projekti takvih građevina će se morati ostvariti s punom odgovornošću svih sudionika u procesu građenja uz odgovarajući nadzor i kontrolu kvalitete izvedbe.

To je veliki pomak u odnosu na predugo dosadašnje razdoblje bez ikakve stimulacije ekološkog pristupa. Najavljene financijske olakšice u postupku građevne dozvole na razini upravnih pristojbi ili eventualno poreznih obveza, ispočetka će vjerojatno biti simbolične. No, nužno će se pokrenuti niz novih odluka vezanih za regulativu prostornog planiranja - uređenja, ekoloških i energetskih standarda građenja i poticanja gospodarskog razvitka vezanog na obnovljive izvore energije.

Europski parlament je usvojio Direktivu o uporabi obnovljivih izvora energije kojom se udvostručuje njihov udio u ukupnoj potrošnji EU u iznosu od 12 posto do 2010. godine, a uz porast udjela obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije na 22,1 posto u odnosu na sadašnjih 14 posto. Republika Hrvatska će kroz institucijski i pravni okvir morati prilagoditi cjelokupni koncept reforme energetskega sektora zahtjevima EU, dakako, u granicama specifičnih mogućnosti nacionalnih rješenja.

Hrvatski sabor je na sjednici održanoj 19. srpnja 2001. usvojio grupu energetskega zakona kojima se uređuju odnosi u energetskega sektoru. Jačanje privatnog sektora na energetskega tržištu imat će značajnu ulogu u provođenju programa energetskega učinkovitosti i uporabe obnovljivih izvora.

Poduzetništvu je omogućena konkurencija u izgradnji energetskega postrojenja poglavito iz obnovljivih izvora, proizvodnji opreme i uređaja, ugradnji instalacija, nabavi opreme i materijala koji su vezani i na graditeljstvo.

Zakonom o energiji kao temeljnim zakonom reguliraju se odnosi u energetskega sektoru, organizacija i institucije vezano prvenstveno uz pitanje energetskega učinkovitosti i obnovljivih izvora te niza drugih pitanja upravljanja, planiranja razvoja, plasmana, prijenosa tehnologije, nadzora i dr. Osnovana je Hrvatska energetska regulatorna agencija, Fond za zaštitu okoliša i energetskega učinkovitost koji će uz druga tijela doprinijeti usklađivanju komercijalnih, istraživačkih i gospodarskega djelatnosti.

Hrvatska je supotpisnica svih relevantnih protokola i konvencija današnje civilizacije o zaštiti i unapređenju okoliša kao temeljnog čimbenika održivog razvoja. U tom kontekstu, ekološki i energetskega svjesno prostorno uređenje, urbanističko planiranje i projektiranje, arhitektonsko projektiranje i izvođenje za okoliš prihvatljive gradnje, sukladno je pristupu i provedbi preuzetih globalnih ekoloških obveza.

4. PROGRAM CEPHEUS

U okviru programa THERMIE, Europske komisije (Generalnog direktorata za transport i energiju), od siječnja 1998. godine do prosinca 2001. godine, u pet zemalja Europske unije (Njemačka, Austrija, Švicarska, Francuska i Švedska) na 252 kuće (stambene jedinice) provodilo se je sustavno znanstveno promatranje, mjerenje i evaluiranje energetskega kriterija pasivnog standarda. To je projekt istraživanja ekonomske povoljnosti pasivnih kuća kao europskega standarda građenja (Cost Efficient Passive Houses as European Standards – CEPHEUS).

Ciljevi programa su:

- prikazati tehničku ostvarljivost za niske dodatne investicije u gradnji takvih kuća, odnosno naknade dodatnih investicija uštedama energije u tijeku uporabe kuće, uključujući različitosti u pojedinim zemljama;

- istražiti odnose investitora – kupca i ponašanje korisnika u stvarnim uvjetima;
- testirati primjenjivost kvalitete standarda pasivne kuće kao ekonomski povoljnog planiranja i građenja u raznim zemljama Europe;
- dati razvojne poticaje za energetske i ekonomski učinkovite građevine, daljnji razvoj i ubrzano upoznavanje tržišta s inovativnim tehnologijama;
- kreirati preduvjete za upoznavanje tržišta s ekonomskom povoljnošću;
- prikazati za ostvareni primjer potprojekta Hannover-Kronsberg potencijal standarda pasivne kuće kao temeljnih energetske zahtjeva za gradnju kuća, na način da su isplative i da ne proizvode emisije stakleničkih plinova (kriterij klimatske neutralnosti);
- prezentirati ovaj održiv – energetske i klimatske potpuno neutralan pristup energetske potrebama u novogradnji na svjetskoj izložbi EXPO 2000. u Hannoveru u skladu sa svim potprojektima CEPHEUS-a.

5. ZAKLJUČAK

Pasivna kuća daje optimalnu toplinsku udobnost prostora uporabom opisanih zahtjeva toplinske zaštite i ventilacije, odnosno uporabe toplinske crpke i dostupnih obnovljivih izvora energije, a prije svega sunčevog zračenja. Početne dodatne investicije (do 10% uz mogućnost etapne izvedbe) se brzo isplaćuju, pogotovo u posljednje vrijeme zbog ponovnog ubrzanog rasta cijene energije.

Pasivna kuća postaje smjernica suvremenog energetske standarda arhitekture i građenja, a zadovoljava sve ekološke zahtjeve i mogućnost izvedbe zbog vrlo male dodatne početne investicije i brze isplativosti s obzirom na razvoj tehnologije, nezaustavljivi porast cijene energije iz konvencionalnih izvora i poticajnog financiranja i promicanja takve gradnje.

U Hrvatskoj je od ove godine zaživjelo poticanje energetske učinkovite gradnje raspisom prvog natječaja za potpore Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Iako s velikim kašnjenjem u usporedbi s europskim zemljama, počelo je novo doba koje stimulira energetske učinkovitu, ekološku i održivu gradnju.

6. LITERATURA

- [1] The Commission of the European Communities, Passive Solar Architecture in Europe, The Results of the Second European Passive Solar Competition 1992, The Architectural Press Ltd., London, 1993
- [2] Miščević, Lj.: Bioclimatic Rehabilitation of Dwellings in Croatia, Sun at Work in Europe, Vol. 8, No. 3, (TFC), Birmingham, UK, ISSN 0269 1159, 1993

- [3] Kamenski, M., Lj. Mišćević et al.: Renewable Energy in Croatia, Ministry of Economy, Republic of Croatia, - ISBN 953-96311-1-4, 1995
- [4] Mišćević, Lj.: Passive Solar Architecture in Croatia, ISES World, Congress, Proceedings, Budapest, Hungary, 1993, pp 325-330
- [5] Hrastnik, B. et al.: National Energy Programs - Solar Energy Program, Energy Institute Hrvoje Požar, Zagreb, Croatia, 1998
- [6] Feist, W.: Grundlagen der Gestaltung von Passivhausern, Darmstadt, 1996.
- [7] Cost Efficient Passive Houses as European Standards (CEPHEUS), projekt u okviru THERMIE programa European Commission, Directorate-General
- [8] Mišćević, Lj.: Pasivna kuća (1), GO 21, broj 6/2001.
- [9] Mišćević, Lj.: Pasivna kuća (2), GO 21, broj 1/2002.
- [10] Mišćević, Lj.: Hrvatska sunčana kuća, Ambijent, br. 1/2003., Ambijent, Zagreb, str. 33-35
- [11] Glasnović, Z., Lj. Mišćević.: Project of the Croatian Passive House as an Energy Development Strategy of Croatia in the Field of Households (Projekt Hrvatska solarna kuća kao strategija energetskog razvoja Hrvatske na području kućanstva), Energy and the Environment, Međunarodni kongres, Opatija, 2004., Vol. I. ISBN 953-6886-06-5 (sv.1), str. 237-244
- [12] Mišćević, Lj.: Prostor kao apstraktni i/ili realni medij, Forumi o održivom razvoju, Fondacija Heinrich Böll, Zagreb, ISBN 953-98520-3-X, 2004., str. 249-254
- [13] Mišćević, Lj., Lj. Majdandžić: Pasivno korištenje sunčeve energije, Solarna tehnologija, Pro gradnja, posebno izdanje, br.1/2005., Egro naklada, Zagreb, 2005., str. 4-5
- [14] Mišćević, Lj.: Sinergijski aktivni solarni sustavi, GO 21 (časopis za graditeljstvo, instalacije, opremu i energiju 21. stoljeća), br. 4/2005, WI.ZAR.D., Zagreb, ISSN 1333-1493, str. 94-95
- [15] Mišćević, Lj., B. Mihaljev: Prva pasivna kuća u Hrvatskoj, GO 21, br. 6/2005.