



## Energetske učinkovitosti zgrada *Energy Performance of Buildings*

H. Glavaš<sup>1,\*</sup>, M. Stojkov<sup>2</sup>, T. Barić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektrotehnički fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Slavonski Brod, Hrvatska

\*Autor za korespondenciju. E-mail: hrvoje.glavas@etfos.hr

### Sažetak

U radu se analizira struktura potrošnje energije i opisuje način prenošenja EPBD 2002/91/EC u hrvatsko zakonodavstvo kao i zahtjevi EPBD II. Objašnjavaju se pojmovi složeni i jednostavni tehnički sustav, referentni i stvarni klimatski podaci, relativna vrijednost godišnje potrebne energije za grijanje nestambene zgrade i godišnja primarna energija. Opisuje se energetska pregled zgrade, sadržaj energetskog certifikata zgrade i postupak njegove izrade.

**Ključne riječi:** energetska učinkovitost, energetska pregled, energetski certifikat

### Abstract

The structure of energy consumption is analyzed here, a description of ways how to transfer EPBD 2002/91/EC in Croatian legislation and also requirements of EPBD II are given in the paper. The concepts of simple and complex technical systems, reference and actual climate data, the relative value of annual energy use for heating of non-residential buildings and the annual primary energy are explained in detail. The energy audits of buildings and determination of energy performance of buildings are described.

**Keywords:** energy efficiency, energy audit, energy certification

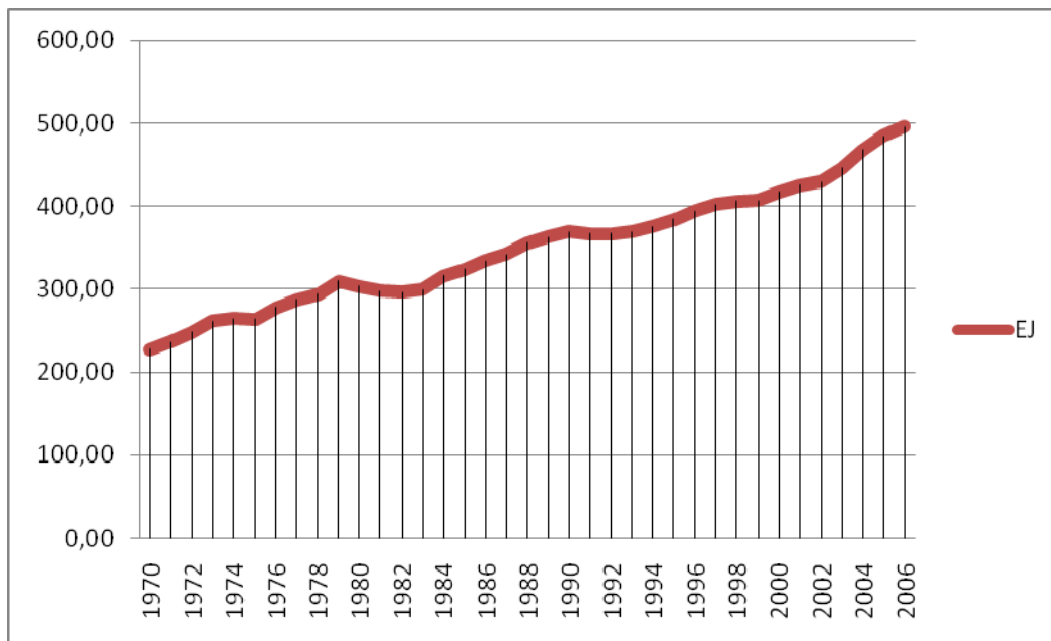
### 1. Uvod

U svijetu ograničenih prirodnih resursa konstantan rast populacije dovodi do porasta potrošnje energije. Slika 1. prikazuje porast potrošnje zadnja tri desetljeća. U navedenom intervalu populacija je narasla za 76 % a gledajući s današnjim danom 91 %.

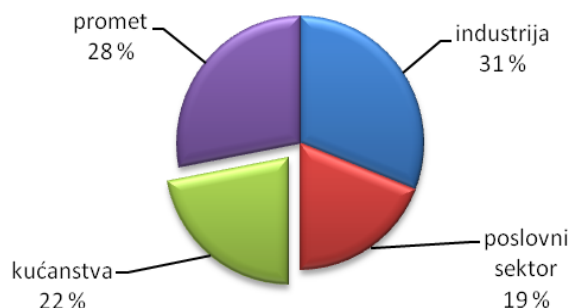
Zadovoljenje energetske potreba pojedinca moguće je jedino upotrebom mjera energetske učinkovitosti i racionalnom upotrebom energije. Analizirajući ukupnu potrošnju energije po područjima, slika 2., daljnja analiza biti će usmjerena na područje koje direktno ne sudjeluju u stvaranju nove vrijednosti tj. stambeni sektor, tablica 1.

Osim što trenutno Republika Hrvatska troši 16,5 % više primarne energije po jedinici BDP-a od prosjeka potrošnje u Europskoj uniji (EU27) struktura potrošnje energije

će sličiti strukturi potrošnje EU koja je prikazana slikama 3., 4. i 5.. Potrošnja energije u zemljama EU po sektorima prikazana je slikom 3.. Daljnjom analizom stambenog (slika 4.) i javnog (slika 5.) sektora možemo ustvrditi da se najviše energije koristi za grijanje.



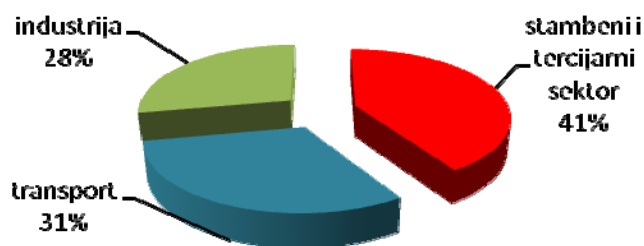
Slika 1. Potrošnja energije u svijetu u posljednja tri desetljeća



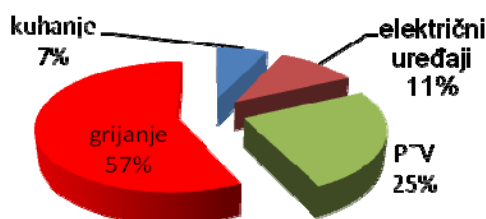
Slika 2. Potrošnja energije po područjima, EIA 2008

Tablica 1. Potrošnja energije stambenog sektora po aktivnostima, izvor: EIA 2008

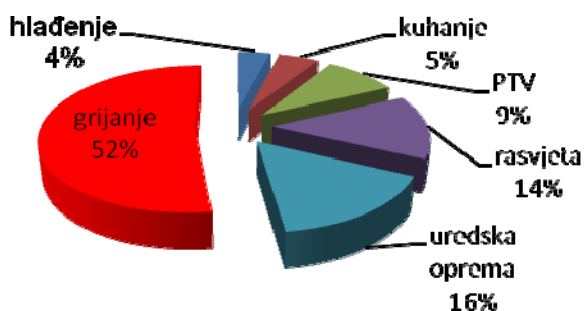
	javni sektor	kućanstva
grijanje	36%	41%
rasvjeta	21%	26%
ventilacija - hlađenje	15%	8%
priprema tople vode - PTV	8%	20%
hladnjaci - kuhinja	8%	5%
oprema	3%	
ostalo	9%	



Slika 3. Struktura potrošnje energije EU po područjima



Slika 4. Struktura potrošnje energije u stambenim zgradama EU



Slika 5. Struktura potrošnje zgrade javnog sektor EU

Strategija razvitka RH prepoznaje stambeni sektor kao područje značajne uštede "Kućanstva su najveći pojedinačni potrošač energije u Hrvatskoj, oko 30% od ukupne neposredne potrošnje energije, i najveći korisnik električne energije, preko 40% od ukupne neposredne potrošnje električne energije. Politika energetske učinkovitosti u sektoru kućanstava temeljit će se na povećanju svijesti građana o mogućim uštedama i poticajima kod planiranja i izgradnje stanova te ponašanju u skladu s načelima energetske učinkovitosti."<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NN 130/09 Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske



## 2. Energetska učinkovitost zgrada

### 2.1. Zakonska regulativa

EU podizanje energetske učinkovitosti stambenog sektora podupire donošenjem prve direktive o energetske svojstvu zgrada *Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16. December 2002 on the energy performance of buildings* tzv. EPBD. Direktive obvezuju države članice da uspostave standarde energetske učinkovitosti tj. utvrde metodologiju za određivanje energetske svojstava zgrade, primijene minimalne zahtjeve energetske učinkovitosti kod novih zgrada, provode redovite kontrole kotlova za grijanje i sustava za klimatizaciju i u konačnici certificiraju zgrade u kojima djeluju tijela državne uprave ukupne površine veće od 1000m<sup>2</sup>. *Directive 2010/31/EC of the European parliament and of the Council of 19. May 2010 on the Energy Performance of Buildings*, tzv. EPBDII, člankom 11. zahtjeva izlaganje certifikata za zgrade javne namjene veće od 500m<sup>2</sup>, a od 2015. veće od 250m<sup>2</sup>. EPBDII člankom 9. zahtjeva donošenje nacionalnih planova za povećanje broja zgrada koje su skoro 0-energetske.

Direktiva o energetske svojstvu zgrada u hrvatsko zakonodavstvo prenesena je putem Zakona o prostornom uređenju i gradnji (NN76/07, NN38/09) [7] i Zakona o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN152/08) [9]. Narodne novine 113/08 i 89/09 donose Pravilnik o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede i energetske certificiranje zgrada, a NN 36/10 Pravilnik o energetske certificiranju zgrada [10]. Trenutno koliko je poznato autorima na području energetske učinkovitosti u zgradarstvu primjenjujemo 63 aktualne hrvatske norme.

### 2.2. Podjele zgrada

Zgrade prema namjeni u skladu sa Tehničkim propisom o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN110/08 i NN89/09 možemo podijeliti na stambene i nestambene. Stambena zgrada je zgrada koja u cijelosti ili u kojoj je više od 90% bruto površine namijenjeno za stanovanje, odnosno koja nema više od 50m<sup>2</sup> neto podne površine u drugoj namjeni. Stambenom zgradom smatra se i zgrada s apartmanima u turističkom području. Nestambena zgrada je zgrada namijenjena obavljanju gospodarske djelatnosti, npr. proizvodne hale, radionice, skladišta, zgrade poljoprivrednih gospodarstava.

Najvažnija podjela s aspekta certificiranja u zgradarstvu je na zgrade s jednostavnim i složenim tehničkim sustavima.

Zgrade s jednostavnim tehničkim sustavom su:

- stambene ili nestambene zgrade bez sustava grijanja, hlađenja, ventilacije, te s individualnim sustavima za pripremu potrošne tople vode, i
- zgrade s pojedinačnim i centralnim izvorima topline za grijanje bez posebnih sustava za povrat topline, s razdiobom toplinske energije i s centralnim ili individualnim sustavima za PTV bez korištenja alternativnih sustava, te s pojedinačnim rashladnim uređajima, sustavima ventilacije bez povrata topline i ograničenjem buke u ventilacijskim sustavima bez dodatne obrade zraka.



Zgrade sa složenim tehničkim sustavima su:

- stambene ili nestambene zgrade s postrojenjima s centralnim izvorom topline za grijanje i/ili hlađenje zgrade, s centralnom pripremom potrošne tople vode, sa sustavima za mjerenje i razdiobu toplinske i rashladne energije, centralnim rashladnim sustavima, sustavima ventilacije i klimatizacije s povratom topline i ograničenjem buke, te dodatnom obradom zraka, i
- zgrade sa složenim sustavima za grijanje i hlađenje s korištenjem alternativnih sustava opskrbe energijom, centrale za daljinsko zagrijavanje i hlađenje, rashladna postrojenja, ventilacijski uređaji s reguliranim grijanjem i hlađenjem zraka i klima uređaji, uključujući i pripadajuće rashladne uređaje i druge zgrade koje nisu navedene kao zgrade s jednostavnim tehničkim sustavima.

Prema projektnoj temperaturi zgrade se dijele na: zgrade grijane na unutarnju temperaturu  $\geq 18^{\circ}\text{C}$ , zgrade grijane na unutarnju temperaturu između 12 i  $18^{\circ}\text{C}$ , zgrade unutarnje temperature  $\leq 12^{\circ}\text{C}$  i negrijane ili kvazi negrijane zgrade u kojima se boravi. Grijanje zgrade na projektnu temperaturu predstavlja 50-60 % potrošnje energije. Od te količine 70 % su gubici transmisijom kroz prozore i zidove. Potrošnja prosječne zgrade kreće se od 200 do  $280 \text{ kWh/m}^2$ . Zgrade građene sukladno trenutnim zahtjevima troše ispod  $100 \text{ kWh/m}^2$ . Niskoenergetske kuće svedene su na potrošnju od  $40 \text{ kWh/m}^2$ , a pasivne  $15 \text{ kWh/m}^2$ [5].

### 2.3. Određivanje energetskog svojstva zgrade

Za određivanje energetskog svojstva zgrade trenutno se uzima u obzir samo potrebna količina toplinske energije  $Q_{H,md}$ .  $Q_{H,md}$  je računski određena količina topline koju je sustavom grijanja potrebno dovesti u zgradu tijekom jedne godine za održavanje unutarnje projektne temperature. Prema HRN EN ISO 13790,  $Q_{H,md}$  računamo na osnovu izraza 1.

$$Q_{H,md} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (1)$$

gdje su:

$Q_{H,ht}$  – ukupni toplinski gubici zgrade u periodu grijanja prema vanjskom okolišu (kWh),

$Q_{H,gn}$  – ukupni toplinski dobitci zgrade u periodu grijanja (kWh),

$\eta_{H,gn}$  – bezdimenzijski faktor iskorištenja toplinskih dobitaka za grijanje.

Toplinske potrebe zgrade ovise o geografskoj lokaciji zbog čega je neophodno poznavanje stupanj dana grijanja  $SD$ . Broj stupanj dana grijanja prema Pravilniku o energetskom certificiranju (NN36/10) [10] je zbroj temperaturnih razlika između unutarnje projektne temperature i srednje vanjske temperature za sve dane sezone grijanja. Postupak izrade energetskog certifikata iziskuje detaljan energetski pregled, izračun  $Q_{H,md}$  te  $Q_{H,md}$  za referentne klimatske uvjete. Referentni klimatski podaci su skup klimatskih parametara karakterističnih za neko geografsko područje. U Hrvatskoj imamo dvije referentne klime koje su definirane s podacima gradova Karlovac i Šibenik. Mjesta koja imaju  $SD$  2200 i



više svrstavaju se u kontinentalnu Hrvatsku dok za Šibenik *SD* iznosi 1600. Stvarni klimatski podaci su podaci dobiveni statističkom obradom prema najbližoj meteorološkoj postaji. Za nestambene zgrade određivanje razreda potrošnje zasniva se na  $Q_{H,nd,rel}$  (%) relativnoj vrijednosti godišnje potrebne energije za grijanje.  $Q_{H,nd,rel}$  (%) je omjer specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke,  $Q_{H,nd,ref}^t$  (kWh/(m<sup>2</sup>a)) i dopuštene specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje,  $Q_{H,nd,dop}^t$  (kWh/(m<sup>2</sup>a)), a izračunava se prema izrazu 2.

$$Q_{H,nd,rel} = \frac{Q_{H,nd,ref}^t}{Q_{H,nd,dop}^t} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2)$$

#### 2.4. Energetska bilanca zgrade

Iako trenutno određivanje energetskog svojstva zgrade vršimo samo na osnovu potrebne toplinske energije postoji potreba za proširenjem zahtjeva i izračunom godišnje primarne energije. Godišnja primarna energija,  $E_{prim}$  (kWh/a), je računski određena količina energije (izraz 3) za potrebe zgrade tijekom jedne godine koja nije podvrgnuta nijednom postupku pretvorbe. Računa se pomoću faktora primarne energije u ovisnosti o izvoru energije, tablica 2. Faktori primarne energije definirani su metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrada [12].

$$E_{prim} = \sum_i E_{del,i} \cdot f_{p,i} \quad (\text{kWh/a}) \quad (3)$$

gdje su :  $E_{del,i}$  - godišnja isporučena energije i-tog izvora energije (kWh),  
 $f_{p,i}$  -faktor primarne energije za i-ti izvor energije (-).

**Tablica 2.** Faktori primarne energije, izvor [12]

Izvor energije		Faktor primarne energije $f_p$ (-)
Gorivo	Zemni plin	1,1
	Ukapljeni plin	1,1
	Lako loživo ulje	1,1
	Kameni ugljen	1,1
	Mrki ugljen	1,2
	Drvo	0,2
Lokalna/daljinska toplina iz kogeneracije	Obnovljiva goriva	0,0
	Fosilna goriva	0,7
Lokalna/daljinska toplina iz kotlovnice/toplane	Obnovljiva goriva	0,1
	Fosilna goriva	1,3
Električna energije		3,0 (2,0 pri korištenju akumulacijskih sustava grijanja)

Na osnovu godišnje primarne energije možemo napraviti cjelovitu energetska bilancu zgrade svedenu na "zajednički nazivnik".




## 2.5. Energetski pregled

Energetski pregled je dokumentirani postupak koji se provodi u cilju utvrđivanja energetskih svojstava zgrade i stupnja ispunjenosti tih svojstava u odnosu na zahtjeve propisane posebnim propisima, a sadrži prijedlog mjera za ekonomski povoljno poboljšanje energetskih svojstava zgrade. Energetski pregled provodi ovlaštena osoba. Prema metodologiji provođenja energetskih pregleda obuhvaća: analizu građevine u smislu toplinske zaštite, analizu energetskih svojstava PTV, sustava potrošnje električne energije, sustava upravljanja i regulacije, analizu mogućnosti zamjene energenta i upotrebe OIE, prijedlog mjera energetske učinkovitosti i izvještaj s preporukama. Energetski pregled obuhvaća analizu svih energetskih tehničkih sustava zgrade.

## 2.6. Energetska iskaznica zgrade

Na osnovu energetskog pregleda i izračuna energetskih potreba zgrade za grijanje izrađuje se energetski certifikat. Energetski certifikat je dokument koji se sastoji od pet stranica a prva i treća stranica se javno izlažu. Energetski certifikat sadrži opće podatke o zgradi, energetski razred zgrade, podatke o osobi koja je izdala energetski certifikat, podatke o termo-tehničkim sustavima, klimatske podatke, podatke o potrebnoj energiji i referentne vrijednosti, objašnjenje tehničkih pojmova, te popis primijenjenih popisa i normi, Energetski certifikat za postojeće zgrade obavezno sadrži prijedlog mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koje su ekonomski opravdane, slika 6.

Prijedlog mjera / Preporuke	
- za postojeće zgrade: prijedlog mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koje su ekonomski opravdane - za nove zgrade: preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje bitnog zahtjeva uštede energije i toplinske zaštite i ispunjenje energetskih svojstava zgrade	
1. Podešenje uredske opreme, investicija iznosi 0 kn, ušteda iznosi 4.400,30 kn/god, smanjenje emisije CO <sub>2</sub> iznosi 2,2 tone.	
2. Regulacija isporuke toplinske energije, investicija iznosi 0 kn, ušteda iznosi 22.099,28 kn/god, smanjenje emisije CO <sub>2</sub> iznosi 15,7 tone.	
3. Ugradnja termostatskih ventila i balansiranje sustava grijanja, investicija iznosi 66.163,40 kn, ušteda iznosi 31.137,79 kn/god, period povrata investicije iznosi 2,1 god., smanjenje emisije CO <sub>2</sub> iznosi 21,77 tone.	
4. Priključenje grijanja PTV-a na toplanu, investicija iznosi 40.025,00 kn, ušteda iznosi 6.923,72 kn, period povrata investicije iznosi 5,8 god., smanjenje emisije CO <sub>2</sub> iznosi 1,77 tone.	
5. Postavljanje solarnog grijanja PTV-a, investicija iznosi 71.333,40 kn, ušteda iznosi 3.538,33 kn/god, period povrata investicije iznosi 21,2 god., smanjenje emisije CO <sub>2</sub> iznosi 1,68 tone.	
6. Postavljanje inteligentne rasvjete (primjer jednog ureda), investicija iznosi 2.972,00 kn, ušteda iznosi 175,00 kn/god, period povrata investicije iznosi 22,6 god., smanjenje emisije CO <sub>2</sub> iznosi 0,07 tone.	

**Slika 6.** Prijedlog mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti

Prva stranice energetskog certifikata koja daje osnovne informacije o objektu kao i razred potrošnje prikazan je na primjeru energetskog certifikata zgrade Elektrotehničkog fakulteta u Osijeku, slika 7.



 <p>prema Direktivi 2002/91/EC</p>	<b>Zgrada</b> <input type="checkbox"/> nova <input checked="" type="checkbox"/> postojeća			
	Vrsta zgrade: B.1.2. Nestambena zgrada – Fakultetska zgrada			
	K.č.6601/1 k.o. Osijek;			
	Adresa: Cara Hadrijana b.b.			
	Mjesto: Osijek			
	Vlasnik / investitor: Elektrotehnički Fakultet Osijek			
	Izvođač:Obnoviteljski radovi 2009-2010 Gradnja Osijek i Eko gradnja Darda			
	Godina izgradnje: 1890-ih			
	<b>Energetski certifikat za nestambene zgrade</b>	$Q_{H,nd,rel}$	%	<b>Izračun</b> <b>77,01</b>
		<b>A+</b>	≤ 15	
<b>A</b>		≤ 25		
<b>B</b>		≤ 50		
<b>C</b>		≤ 100	<b>C</b>	
<b>D</b>		≤ 150		
<b>E</b>		≤ 200		
<b>F</b>		≤ 250		
<b>G</b>		> 250		
<b>Podaci o osobi koja je izdala energetski certifikat</b>				
Ovlaštena fizička osoba: -				
Ovlaštena pravna osoba: Tehno-razvoj d.o.o.				
Imenovana osoba: Hrvoje Horvatin, dipl. ing. el.				
Registarski broj ovlaštene osobe P-68/2010				
Broj energetskog certifikata: P_68_2010_004_B.1.2.				
Datum izdavanja/rok važenja: 04.05.2011 / 04.05.2021				
Potpis				
<b>Podaci o zgradi</b>				
$A_K$ [m <sup>2</sup> ]: 2 937;20				
$V_e$ [m <sup>3</sup> ]: 14 596,44				
$f_0$ [m <sup>-1</sup> ]: 0,27				
$H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]: 0,79				
$Q''_{H,nd,ref}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]: 67,41				

Slika 7. Energetski certifikat zgrade Elektrotehničkog fakulteta Osijek





Energetski certifikat za nove zgrade sadrži preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje bitnog zahtjeva uštede energije i toplinske zaštite i ispunjenja energetske svojstava zgrade. Sve nove zgrade stambene površine veće od 400m<sup>2</sup> prije tehničkog pregleda moraju imati energetski certifikat. Izuzeće od certifikata imaju zgrade koje se prodaju u stečajnom postupku i zgrade koje imaju vijek uporabe dvije godine i manje. Novosti donose NN90/2011 u kojima se kroz Zakon o izmjenama i dopunama ZOPUG propisuje da zgrada ili njezin dio koji se prodaje ili daje u najam nakon 10.08.2011. mora imati energetski certifikat. Energetski certifikat vrijedi deset godina nakon kojih zgrada prolazi ponovni postupak certificiranja.

### 3. Zaključak

Zgradarstvo kao sektor predstavlja značajan potencijal za smanjenje potrošnje energije. U tom nastojanju donesene su brojne zakonske odredbe koje nalažu postupak certificiranja u zgradarstvu. Smisao energetske iskaznice zgrade je podsjećanje korisnika prilikom svakog ulaska u objekt na godišnju potrošnju energije i mjera koje bi trebao primijeniti kako bi smanjio potrošnju energije. Stvarni doprinos postupka certificiranja se očituje baš kroz popis mjera koje nedvojbeno ukazuju na period povrata investicije kao i financijsku stranu mjera energetske učinkovitosti. Mišljenje da je postupak certificiranja veliki posao i financijski izdatak je točna samo ako usko gledamo na sam postupak, jer sama realizacija poboljšanja energetske svojstava zgrada u skladu sa preporukama stvara zamašnjak koji pokreće više grana gospodarstva, a trošak certifikata iščezava u investicionim troškovima.

### 4. Literatura

- [1] Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities, Brussels 2003.
- [2] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities, Brussels 2010.
- [3] EIHP, Materijal za izobrazbu energetske certifikatora - MODUL 1, Zagreb, 2010.
- [4] EIHP, Materijal za izobrazbu energetske certifikatora - MODUL 2, Zagreb, 2011.
- [5] V. Katanić; Ž. Duboš, EDZ, Energetska učinkovitost u zgradarstvu, Zagreb, 2011.
- [6] Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske, NN130/09.
- [7] Zakon o prostornom uređenju i gradnji, NN76/07, NN38/09.
- [8] Zakon o izmjenama i dopunama ZOPUG, NN90/2011.
- [9] Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji, NN152/08.
- [10] Pravilnik o energetske certifikiranju zgrada, NN36/10.
- [11] Pravilnik o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede i energetske certifikiranje zgrada, NN113/2008, i NN89/09.
- [12] [www.mzopu.hr/doc/Metodologija\\_energetskih\\_pregleda\\_zgrada.pdf](http://www.mzopu.hr/doc/Metodologija_energetskih_pregleda_zgrada.pdf)