

# Energijsko certificiranje zgrada

Dunja Mikulić, Nina Štirmer, Bojan Milovanović, Ivana Banjad Pečur

## Ključne riječi

zgrada,  
energijski certifikat,  
energijsko svojstvo,  
energijski pregled,  
zrakopropusnost,  
infracrvena termografija

## Key words

building,  
energy performance  
certificate,  
energy performance,  
energy audit,  
blower door test,  
infrared thermography

## Mots clés

bâtiment,  
certificat de performance  
énergétique,  
performance énergétique,  
audit énergétique,  
test de porte soufflante,  
thermographie infrarouge

## Ключевые слова

здание,  
энергетический  
сертификат,  
энергетическое свойство,  
энергетический осмотр,  
воздухопроницаемость,  
инфракрасная  
термография

## Schlüsselworte

Gebäude,  
energetisches Zertifikat,  
energetische Eigenschaft,  
energetische Untersuchung,  
Luftdurchlässigkeit,  
infrarote Thermographie

D. Mikulić, N. Štirmer, B. Milovanović, I. Banjad Pečur

Stručni rad

## Energijsko certificiranje zgrada

U uvodnom dijelu se opisuje značenje energijskog certifikata za zgradu. Dalje su opisani osnovni zahtjevi Direktive 2010/31/EU o energijskom svojstvu zgrada te svrha i način izrade energijskog certifikata. Prikazani su osnovni elementi energijskog pregleda novih i postojećih zgrada u svrhu izrade energijskog certifikata. Opisane su najčešće metode mjerenja za utvrđivanju energijskog svojstva zgrade: mjerenje zrakopropusnosti (Blower Door Test) i uporaba infracrvene termografije.

D. Mikulić, N. Štirmer, B. Milovanović, I. Banjad Pečur

Professional paper

## Energy certification for buildings

The significance of energy certification for buildings is described in the introductory part. After that, principal requirements contained in the Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings, and the objective and methodology for preparing the energy performance certificate, are presented. Principal elements for energy audit of new and existing buildings, as needed for preparation of energy performance certificates, are given. Measurement methods most frequently used for determining energy performance of buildings are described: blower door test and infrared thermography.

D. Mikulić, N. Štirmer, B. Milovanović, I. Banjad Pečur

Ouvrage professionnel

## Certification de la performance énergétique des bâtiments

L'importance de certification de la performance énergétique des bâtiments est décrite dans l'introduction. Par la suite, les exigences principales contenues dans la Directive 2010/31/EU sur la performance énergétique des bâtiments, et le but et la méthodologie de préparation des certificats de performance énergétique, sont présentées. Les éléments principaux de l'audit énergétique des bâtiments neufs et existants, nécessaires pour la préparation des certificats de performance énergétique, sont fournis. Les méthodes de mesure utilisées le plus souvent pour la détermination de la performance énergétique des bâtiments sont décrites: test de porte soufflante et thermographie infrarouge.

Д. Микучић, Н. Штирмер, Б. Миловановић, И. Банјад Печу

Отраслевая работа

## Энергетическая сертификация зданий

В ввводной части описывается значение энергетического сертификата здания. В дальнейшем описываются основные требования Директивы 2010/31/ЕС по энергетическим свойствам зданий, цель и способ разработки энергетического сертификата. Приведены основные элементы энергетического осмотра новых и существующих зданий с целью разработки энергетического сертификата. Описаны наиболее часто применяемые методы измерений для установления энергетических свойств здания: измерение воздухопроницаемости (Blower door test) и использование инфракрасной термографии.

D. Mikulić, N. Štirmer, B. Milovanović, I. Banjad Pečur

Fachbericht

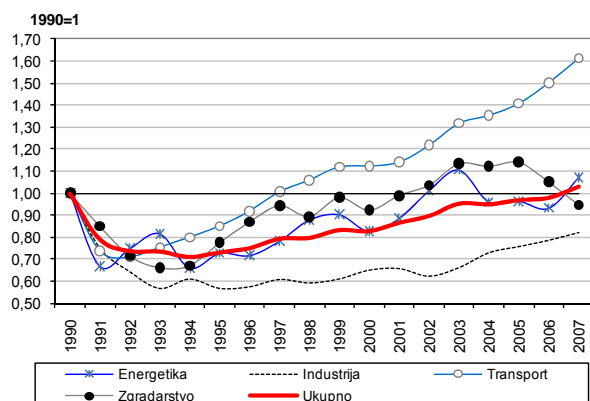
## Energetische Zertifizierung von Gebäuden

Im einleitenden Abschnitt beschreibt man die Bedeutung der energetischen Zertifizierung für das Gebäude. Weiter beschreibt man die Grundforderungen der Direktive 2010/31/EU über die energetische Eigenschaft der Gebäude sowie den Zweck und das Herstellungsverfahren des energetischen Zertifikats. Beschrieben sind die häufigsten Messmethoden für die Feststellung der energetischen Eigenschaft des Gebäudes: Messung der Luftdurchlässigkeit (Blower Door Test) und die Anwendung der infraroten Thermographie.

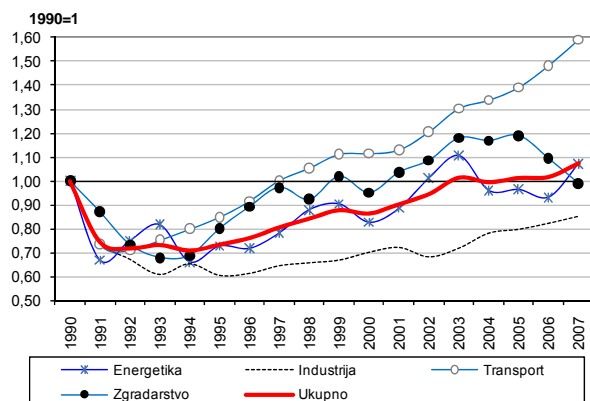
Autori: Prof. dr. sc. **Dunja Mikulić**, dipl. ing. građ.; prof. dr. sc. **Nina Štirmer**, dipl. ing. građ.; **Bojan Milovanović**, dipl. ing. građ.; prof. dr. sc. **Ivana Banjad Pečur**, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet

## 1 Uvod

Klimatske promjene, globalno zatopljenje i efekt staklenika problemi su kojih je čovječanstvo postalo svjesno tek posljednjih tridesetak godina. Zbog činjenice da zgrade kao najveći potrošači energije imaju veliki energijski i ekološki utjecaj, energijska učinkovitost, održiva gradnja i mogućnost uporabe obnovljivih izvora energije danas postaju prioriteti suvremene gradnje i energetike. Uočena je nužnost promjena, pri čemu je Kyotski protokol zamišljen kao jedan od glavnih pokretača promjena, potpisan radi smanjivanja emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) i drugih stakleničkih plinova. Hrvatska je Kyotski protokol potpisala 2007. kao 170. zemlja potpisnica, a obvezala se na smanjenje štetne emisije stakleničkih plinova za 5 % od 2008. do 2012. god. u odnosu na 1990. [1]. Ako se odvojeno promatra samo najznačajniji staklenički plin CO<sub>2</sub> i ako se obveza iz Protokola izrazi u emisiji ekvivalentnog CO<sub>2</sub>, emisija stakleničkih plinova u 2007. godini u Hrvatskoj već je premašila limit (slika 1.). Ako se odvojeno promatra samo najznačajniji staklenički plin CO<sub>2</sub>, ukupna emisija je 2003. godine bila za 6,6 % veća u odnosu na 2002. godinu i premašila dopuštenu vrijednost obveze iz Kyoto protokola (slika 2.).



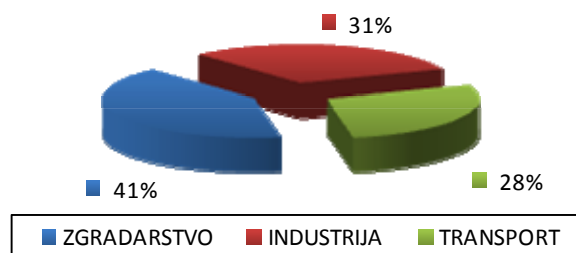
Slika 1. Emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj, ekvivalent CO<sub>2</sub> [2]



Slika 2. Emisija CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj [2]

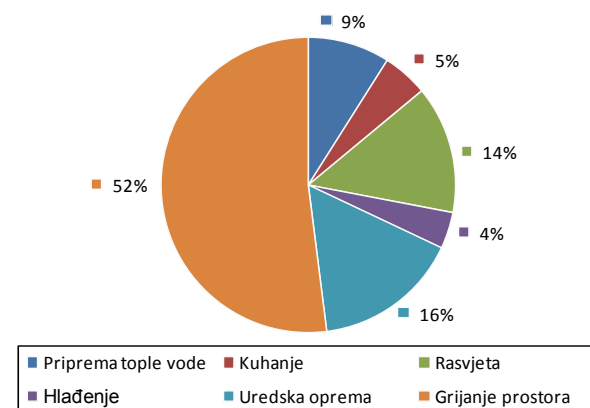
Prema *Strategiji energetskeg razvoja Republike Hrvatske* [3], kućanstva su najveći pojedinačni potrošač energije u Hrvatskoj, oko 30 % od ukupne neposredne potrošnje energije, i najveći korisnik električne energije, preko 40 % od ukupne neposredne potrošnje električne energije. Politika energetske učinkovitosti u sektoru kućanstava temelji se na povećanju svijesti građana o mogućim uštedama i poticajima pri planiranju i izgradnji stanova te ponašanju u skladu s načelima energetske učinkovitosti.

Na zgradarstvo u EU otpada približno 41 % od ukupne konačne energije (slika 3.) pa se postavljaju veliki zahtjevi za energetske učinkovitosti u tom sektoru.



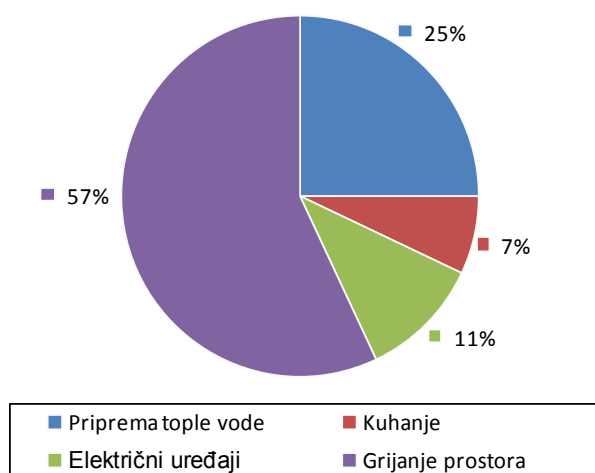
Slika 3. Potrošnja energije po sektorima u zemljama EU [4]

Podjela ukupne konačne uporabe energije u zgradama javnog sektora zemalja EU i ukupne konačne uporabe energije u stambenom sektoru zemalja EU prikazana je na slikama 4. i 5.



Slika 4. Uporaba energije u zgradama javnog sektora u zemljama EU

Kao što je vidljivo, grijanje i hlađenje prostora jest najveći pojedinačni potrošač energije i važan dio u želji za postizanjem energetske učinkovitosti. Zbog toga su se sve europske države bez izuzetka opredijelile da u svoje strategije energetskeg razvoja i zaštite okoliša ugrade planove za poboljšanje učinkovitosti uporabe energije i da implementiraju zakonodavni okvir u kojemu će ti planovi biti ostvareni. Republika Hrvatska, kao zemlja kandidat za pristup Europskoj uniji, usklađuje svoj zakonodavni okvir sa svim direktivama Europske unije te preuzima i ispunjava sve obveze koje te direktive nalažu.



Slika 5. Uporaba energije u stambenom sektoru u zemljama EU

Za EU, prema tome, zgradarstvo postaje iznimno važan sektor koji može pridonijeti ispunjavanju obveza smanjivanja stakleničkih plinova prema Kyotskom protokolu. Nadalje, velike razlike u energijskim svojstvima zgrada među zemljama EU-a, posebice u novim i starim članicama, te utvrđeni veliki potencijali uštede energije u tom sektoru bile su dodatni razlog za pokretanje inicijative na razini EU-a u ovom području te za usvajanje Direktive o energijskom svojstvu zgrada (2010/31/EU) /*The Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD) [5].

Glavni je cilj EPBD-a uspostaviti trajne, jedinstvene mehanizme poboljšanja energijskog svojstva zgrada stambene i javne namjene na razini EU-a, uzimajući u obzir klimatske i lokalne razlike između pojedinih država. Isto tako, jedan od ciljeva jest promocija poboljšanja energijskog svojstva zgrada u zemljama EU isplativim mjerama uzimajući u obzir vanjske klimatske uvjete uz očuvanje zadovoljavajuće kvalitete unutarnjeg zraka.

Ciljevi su:

- 20 %-tno smanjenje emisija stakleničkih plinova 2020. godine u odnosu na 1990., odnosno 30 % ako zemlje u razvoju prihvate obveze u skladu sa svojim gospodarskim mogućnostima;
- 20 % obnovljivih izvora energije u bruto neposrednoj potrošnji u 2020. godini;
- 10 % iznositi će udio obnovljivih izvora energije u 2020. godini iskorištenih u svim oblicima prijevoza u odnosu na potrošnju benzina, dizelskog goriva, biogoriva u cestovnom i željezničkom prijevozu te ukupne električne energije utrošene u prijevozu;
- 9 %-tno smanjenje neposredne potrošnje energije u razdoblju do 2016. godine primjenom mjera energetske učinkovitosti;
- 20 %-tno smanjenje ukupne potrošnje energije u odnosu na temeljnu projekciju u 2020. godini (taj cilj je proklamiran, ali ga Europska unija nije razradila).

Republika Hrvatska, kao buduća članica Europske unije, prihvaća tu zajedničku europsku politiku pa u skladu s njom usklađuje svoje vlastite ciljeve.

Ciljevi povećanja energetske učinkovitosti i udjela obnovljivih izvora energije, te smanjenja ukupne potrošnje energije u zgradarstvu postavljeni su:

- u Strategiji energetskog razvoja Republike Hrvatske, Narodne novine 130/09 te
- u Nacionalnoj strategiji zaštite okoliša, Narodne novine 46/02.

#### *Direktiva 2010/31/EU o energijskom svojstvu zgrada*

Ova Direktiva jest temeljni zakonodavni dokument koji se odražava na sektor zgradarstva uvodeći okvir integrirane metodologije mjerenja energetske učinkovitosti, primjenu minimalnih standarda u novim zgradama i kod određenih rekonstrukcija zgrada, energetska certifikaciju i savjete za nove i postojeće zgrade, nadzor i ocjenu kotlova i sustava za grijanje i sustava za hlađenje.

Najvažniji zahtjevi Direktive su sljedeći:

- ❖ Države članice dužne su uspostaviti i revidirati svoje minimalne standarde energetske učinkovitosti, na temelju zajedničke metodologije i primjenjivati ih za nove zgrade i postojeće veće zgrade kada su one podvrgnute većoj rekonstrukciji. Propisivanje ovih standarda u potpunosti je prepušteno državama članicama.
- ❖ Države članice dužne su osigurati certifikaciju zgrada. To znači da pri izgradnji zgrada, njihovoj prodaji ili iznajmljivanju, države članice moraju osigurati dostupnost certifikata o energijskom svojstvu koji će vlasnik zgrade dati na uvid potencijalnim kupcima ili unajmljivačima. Certifikacija također treba uključiti savjete kako poboljšati energijsko svojstvo zgrade.
- ❖ Važno je osigurati da zgrade uporabne ploštine veće od 500 m<sup>2</sup>, u kojima djeluju tijela državne i lokalne (samo)uprave i institucije koje pružaju javne usluge velikom broju osoba i stoga su vrlo posjećene, budu obvezne izložiti certifikat o energijskom svojstvu na vidljivom i istaknutom mjestu. Ova obveza primjenjivat će se od 9. srpnja 2015. i na zgrade javne namjene uporabne ploštine veće od 250 m<sup>2</sup>.
- ❖ Države članice dužne su uspostaviti sheme redovne inspekcije i ocjenjivanja sustava za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju.

Također prema Direktivi države članice trebaju osigurati da do 31. prosinca 2020. sve nove zgrade budu s gotovo nultom potrošnjom energije, a nakon 31. prosinca 2018. sve nove zgrade u kojima borave ili koje posjeduju tijela javne vlasti budu s gotovo nultom potrošnjom

energije (zgrade s vrlo velikom energijskom učinkovitošću zahtijevaju vrlo malu količinu energije koju dobivaju većim dijelom iz obnovljivih izvora).

## 2 Energijski certifikat

Svrha je energijskog certifikata (prema Pravilniku o energetskom certificiranju zgrada) pružanje informacija vlasnicima i korisnicima zgrada o energijskom svojstvu zgrade i usporedba zgrada s obzirom na njihovo energijsko svojstvo te referentne vrijednosti. Vrijednosti iskazane na energijskom certifikatu odražavaju energijsko svojstvo zgrade i potrošnju energije koja je proračunana na temelju pretpostavljenog režima uporabe zgrade pa ne moraju nužno izražavati realnu potrošnju u zgradi jer ona uključuje i ponašanje korisnika. Energijski certifikat sadrži opće podatke o zgradi, energijski razred zgrade, podatke o osobi koja je izdala certifikat, podatke o termotehničkim sustavima, klimatske podatke, podatke o potrebnoj energiji i referentne vrijednosti, objašnjenja tehničkih pojmova te popis primijenjenih propisa i normi. Energijski certifikat za postojeće zgrade obvezno sadrži i prijedlog mjera za poboljšanje energijskog svojstva zgrade koje su ekonomski opravdane. U slučaju novih zgrada sadrži preporuke za uporabu zgrade vezano uz ispunjavanje bitnog zahtjeva uštede energije i toplinske zaštite i ispunjavanje energijskog svojstva zgrade.

Prema Pravilniku o energetskom certificiranju zgrada, sve zgrade za koje se nakon 31. ožujka 2010. god. podnosi zahtjev za izdavanje akta na temelju kojega se može graditi moraju imati energijski certifikat. Ostale zgrade moraju imati energijski certifikat u slučaju prodaje, iznajmljivanja ili davanja na *leasing*, danom pristupanja Republike Hrvatske u članstvo EU, a u skladu s odredbama Pravilnika koje se odnose na energijsko certificiranje postojećih zgrada.

Sve zgrade javne namjene za koje je obvezno javno izlaganje energijskog certifikata, moraju imati izrađen i javno izložen energijski certifikat u roku od najdulje 36 mjeseci od objave Metodologije za provođenje energijskih pregleda.

Energijski certifikat mora imati svaka nova zgrada te postojeća zgrada koja se prodaje, iznajmljuje ili daje na *leasing*, osim zgrada koje su izuzete od obveznosti izdavanja energijskog certifikata prema Pravilniku (primjerice, nove i postojeće zgrade uporabne ploštine manje od 50 m<sup>2</sup>, zgrade namijenjene održavanju vjerskih obreda, zgrade koje se ne griju ili se griju do 12 °C itd.). Stambene zgrade i nestambene zgrade svrstavaju se u osam razreda prema energijskoj ljestvici od A+ do G, pri čemu A+ označava energijski najpovoljniji, a G energijski najnepovoljniji razred (slika 6.). Energijski razredi iskazuju se za referentne klimatske podatke koji su određeni posebno za kontinentalnu i za primorsku Hrvatsku u odnosu na broj stupanj dana grijanja. Za gradove i naselja koji imaju 2200 i više stupanj dana grijanja godišnje, energijske se potrebe proračunavaju prema referentnim podacima za kontinentalnu Hrvatsku, a za manje od 2200 stupanj dana grijanja godišnje proračunavaju se prema podacima za primorsku Hrvatsku. Broj stupanj dana grijanja utvrđen je uz uvjet da je unutarnja temperatura u zgradi 20 °C i da sezona grijanja počinje s padom vanjske temperature u tri uzastopna dana ispod 12 °C te da sezona grijanja završava s porastom vanjske temperature u tri uzastopna dana iznad 12 °C.

Energijski se razred prikazuje na energijskom certifikatu zgrade pri čemu se primjenjuje:

- specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke,  $Q''_{H,nd,ref}$  izražena u kWh/(m<sup>2</sup>a) za stambene zgrade

$Q''_{H,nd,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Izračun
		49
A+	≤ 15	B
A	≤ 25	
B	≤ 50	
C	≤ 100	
D	≤ 150	
E	≤ 200	
F	≤ 250	
G	> 250	

a) za stambene zgrade

$Q_{H,nd,rel}$	%	Izračun
		[%]
A+	≤ 15	B
A	≤ 25	
B	≤ 50	
C	≤ 100	
D	≤ 150	
E	≤ 200	
F	≤ 250	
G	> 250	

b) za nestambene zgrade

Slika 6. Grafički prikaz energijskog razreda na energijskom certifikatu

- relativna godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd,rel}$  izražena u postocima za nestambene zgrade

Za izdavanje energijskog certifikata postojećih zgrada potrebno je provesti energijski pregled zgrade u skladu s odredbama Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada [6]. Kod novih se zgrada energijski pregled provodi u slučaju ako ovlaštena osoba utvrdi da postoje odstupanja od glavnog projekta koja imaju utjecaja na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu.

Energijski se certifikat izdaje za cijelu zgradu, a iznimno se može izdati i za dijelove zgrade ako se radi o zgradi koja je definirana kao »zgrada s više zona«. Također, za postojeće zgrade koje se prodaju, iznajmljuju ili daju na *leasing*, može se izdati i za dio zgrade koji čini samostalnu uporabnu cjelinu zgrade npr. uređ, stan ili slično.

Zgrada ili njezina samostalna uporabna cjelina može imati samo jedan valjani energijski certifikat, a rok valjanosti energijskog certifikata je 10 godina.

### 3 Energijsko certificiranje zgrada

#### 3.1 Nove zgrade

Energijski certifikat nove zgrade izdaje se na temelju podataka iz glavnog projekta u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu, završnog izvješća nadzornog inženjera o izvedbi građevine i pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine. Ako izvješće i/ili izjava upućuju na odstupanja od glavnog projekta, dodatne podatke za izradu energijskog certifikata treba utvrditi uvidom u relevantnu dokumentaciju na gradilištu te, prema potrebi, očevidom na zgradi.

Energijsko certificiranje nove zgrade uključuje:

- određivanje energijskog razreda zgrade i
- izradu energijskog certifikata s preporukama za uporabu zgrade vezano za ispunjavanje bitnog zahtjeva uštede energije i toplinske zaštite te ispunjavanje energijskog svojstva zgrade.

Investitor nove zgrade dužan je osigurati energijski certifikat prije početka njezine uporabe odnosno puštanja u pogon. Za zgrade čija građevinska (bruto) ploština nije veća od 400 m<sup>2</sup> i zgrade za obavljanje isključivo poljoprivrednih djelatnosti čija građevinska (bruto) ploština nije veća od 600 m<sup>2</sup>, investitor je dužan energijski certifikat dostaviti tijelu koje je izdalo rješenje o uvjetima građenja zajedno sa završnim izvješćem nadzornog inženjera, a za ostale se zgrade certifikat prilaže zahtjevu za izdavanje uporabne dozvole.

#### 3.2 Postojeće zgrade

Energijsko certificiranje postojeće zgrade uključuje:

- energijski pregled zgrade
- vrednovanje i/ili završno ocjenjivanje radnji energijskog pregleda zgrade
- izdavanje energijskog certifikata.

Vlasnik zgrade dužan je prilikom prodaje, iznajmljivanja ili *leasinga* zgrade u cjelini ili njezina dijela koji je samostalna uporabna cjelina (pojedini stan, pojedinačni uredski prostor i sl.) osigurati energijski certifikat zgrade odnosno njezina dijela i dati ga na uvid potencijalnom kupcu ili unajmljivaču zgrade. Pri prodaji zgrade ili njezina dijela koji je samostalna uporabna cjelina, energijski certifikat mora biti na uvidu prilikom sklapanja ugovora o kupoprodaji.

#### 3.3 Zgrade javne namjene

Prema Pravilniku, pod zgradama javne namjene podrazumijevaju se nestambene zgrade u kojima djeluju tijela vlasti i zgrade institucija koje pružaju javne usluge, te zgrade drugih namjena koje pružaju usluge velikom broju ljudi, kao što su poslovne zgrade, zgrade državnih upravnih i drugih tijela, zgrade sudova, zatvora, vojarni, banaka, trgovina, restorana, hotela, zgrade željezničkoga, cestovnoga, zračnoga i vodenog prometa, zgrade pošta, telekomunikacijskih centara, visokih učilišta, škola, vrtića, jaslica, kina, kazališta, muzeja, bolnica i sl.

Zgrade javne namjene koje imaju ukupnu uporabnu ploštinu veću od 1000 m<sup>2</sup> moraju imati energijski certifikat izložen na mjestu jasno vidljivom posjetiteljima zgrade. Javno se izlaže prva stranica energijskog certifikata koja sadrži osnovne podatke o zgradi i ljestvicu energijskih razreda, te treća stranica koja sadrži prijedlog mjera za poboljšanje energijskog svojstva zgrade koje su ekonomski opravdane kod postojećih zgrada, odnosno preporuke za uporabu zgrade vezano za ispunjavanje bitnog zahtjeva uštede energije i toplinske zaštite i ispunjenje energijskog svojstva zgrade kod novih zgrada.

Za izradu i javno izlaganje energijskog certifikata zgrade javne namjene odgovoran je vlasnik zgrade, a korisnik zgrade javne namjene dužan je omogućiti izradu energijskog certifikata i njegovo izlaganje.

### 4 Program izobrazbe osoba koje provode energijske preglede i energijsko certificiranje zgrada

Za stručno osposobljavanje i godišnje usavršavanje ovlaštenih osoba koje provode energijske preglede i energijsko certificiranje zgrada utvrđen je Program osposobljavanja i Program usavršavanja [7].

Program osposobljavanja utvrđen je s dvije razine: Modul 1. i Modul 2. Osobe koje provode energijske preg-

lede i energijsko certificiranje zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom obvezatno pohađaju Program osposobljavanja – Modul 1. Osobe koje provode energijske preglede i energijsko certificiranje zgrada sa složenim tehničkim sustavom obvezatno pohađaju Program osposobljavanja – Modul 2. nakon uspješno završenog Programa osposobljavanja Modula 1.

Ovlaštene osobe za provođenje energijskih pregleda i energijsko certificiranje zgrada obvezne su pohađati Programa usavršavanja – Modul 3 čime se stječu znanja o tehničkom napretku u struci, promjenama vezanim za tehničku regulativu iz područja energijskog svojstva zgrade i promjenama europskog prava na tom području te iskustvima iz provedenih nadzora rada ovlaštenih osoba i izvješćima o energijskim certifikatima.

Osobe koje provode energijske preglede i energijsko certificiranje zgrada moraju imati ovlaštenje Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

Za energijsko certificiranje zgrada s jednostavnim i/ili složenim tehničkim sustavom može se ovlastiti pravna osoba:

- koja je registrirana za projektiranje, stručni nadzor građenja, tehničko savjetovanje, znanstveno-istraživačku djelatnost, arhitektonske djelatnosti i inženjerstvo, građevinarstvo, istraživanje i razvoj u tehničkim znanostima, znanstvene i stručne poslove u području energetike i sl.
- koja zapošljava najmanje jednu stručnu kvalificiranu osobu
- koja posjeduje odgovarajuće osiguranje od profesionalne odgovornosti.

Sve zaposlene osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi koje provode energijske preglede obvezatno moraju ispuniti sljedeće uvjete:

- imati završen preddiplomski i diplomski sveučilišni studij arhitektonske, građevinske, strojarske ili elektrotehničke struke
- imati najmanje pet godina radnog iskustva u struci na poslovima projektiranja, stručnog nadzora građenja, održavanja, odnosno ispitivanja građevinskog dijela zgrade vezano za uštedu energije i toplinsku zaštitu, provođenja energijskih pregleda zgrade, ispitivanja funkcije energijskih sustava u zgradi ili ispitivanja funkcije sustava automatskog reguliranja i upravljanja u zgradi
- uspješno završiti Program osposobljavanja.

Nositelji Programa izobrazbe su sveučilište, veleučilište, institut ili strukovna organizacija koja je dobila suglasnost Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva za provođenje Programa izobrazbe. U Republici Hrvatskoj ovlašteno je 8 institucija za provede-

nje programa izobrazbe među kojima i Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

## 5 Energijski pregledi

U postupku provođenja energijskog pregleda analiziraju se toplinske karakteristike vanjske ovojnice zgrade i karakteristike tehničkih sustava radi utvrđivanja učinkovitosti odnosno neučinkovitosti uporabe energije te donošenja zaključaka i preporuka za povećanje učinkovitosti. Energijskim se pregledom utvrđuje način iskorištavanja energije te sustavi i mjesta na kojima su prisutni veliki gubici energije, kako bi se odredile mjere za racionalno iskorištavanje energije i povećanje energijske učinkovitosti.

Osnovni elementi energijskih pregleda postojećih zgrada za potrebe energijskog certificiranja jesu (slika 9):

- ❖ Analiza toplinskih karakteristika i određivanje energijskog svojstva zgrade te karakteristika upravljanja uporabom i troškovima energije
- ❖ Analiza i izbor mogućih mjera poboljšanja energijskog svojstva zgrade
- ❖ Energijsko, ekonomsko i ekološko vrednovanje predložene mjere
- ❖ Završni izvještaj o energijskom pregledu s preporukama i redoslijedom prioritetnih mjera

Za energijsko certificiranje zgrada nužno je raspolagati točnim i potpunim skupom podataka vezanim za energijske potrebe zgrade, kao i kolika je stvarna potrošnja energije. Do određenih je podataka jedino moguće doći relevantnim mjerenjima, a njihovo prikupljanje i obradu moraju obavljati stručne, nepristrane osobe, odnosno institucije. Dokaz o stručnoj kompetenciji i nepristranosti, odnosno o nepostojanju sukoba interesa za obavljanje energijskih pregleda, analizu i certificiranje je odgovarajuća akreditacija. Ovlaštenje fizičkim i pravnim osobama za provođenje energijskih pregleda i energijsko certificiranje zgrada daje nadležno Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

Prije započinjanja energijskog pregleda potrebno je prikupiti osnovne podatke o zgradi da bi se pretpostavili karakteristični građevni dijelovi vanjske ovojnice i energijski sustavi i uređaji koje je potrebno pregledati i analizirati. Mjerenja u energijskim pregledima nisu obvezna, ali mogu biti vrlo korisna za utvrđivanje nedostataka, potvrđivanje pretpostavki i ustanovljavanje potencijala ušteda.

Najčešće su metode mjerenja za utvrđivanje energijskog svojstva zgrade:

- određivanje propusnosti zraka zgrada (engl. *Blower door test*),

- metoda infracrvene termografije,
- mjerenje toplinskog otpora i toplinske propusnosti *in situ*,
- mjerenja u sustavima klimatizacije, grijanja, hlađenja i ventilacije,
- mjerenje protoka zraka u sustavima za klimatizaciju, grijanje, hlađenje, ventilaciju,
- mjerenje nepropusnosti ventilacijskih kanala,
- mjerenja elektroenergijskih parametara potrošnje električne energije – po trošilima ili podsustavima.

Kako je u Hrvatskoj relativno čest slučaj da dokumentacija (projektna, izvedbena) ne odgovara realnom (izvedenom) stanju ili pak projektna ne postoji, mjerenja kojima se provjerava podudarnost stanja vanjske ovojnice zgrade s dokumentacijom su nužna. Kada postoji opravdana sumnja u točnost ulaznih podataka potrebnih za proračun toplinskih svojstava vanjske ovojnice i tehničkih sustava, provode se mjerenja:

- ❖ toplinskih gubitaka kroz vanjsku ovojnicu primjenom *infracrvene termografije*, te mjerenje zrakopropusnosti (*Blower door test*), mjerenje toplinskog otpora,
- ❖ u sustavima klimatizacije, grijanja, hlađenja, ventilacije,
- ❖ elektroenergijskih parametara potrošnje električne energije – po trošilima ili podsustavima.

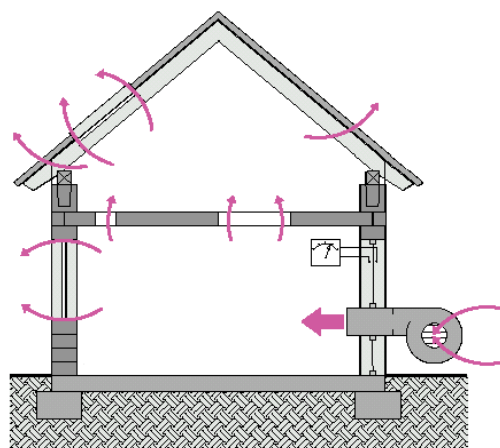
### 5.1 Određivanje propusnosti zraka zgrada (*Blower door test*)

Zgrada mora biti projektirana i izgrađena tako da građevni dijelovi i prozirni elementi koji čine ovojnicu grijanog prostora zgrade budu zrakonepropusni prema zahtjevima Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama [8].

Metoda „*Blower door test*“ namijenjena je za određivanje propusnosti zraka ovojnice zgrade ili njezinih dijelova (slika 7.). Može se rabiti za mjerenje propusnosti zraka zgrade ili njezinih građevnih dijelova:

- zbog usporedbe s certificiranim podatkom o propusnosti zraka za pojedini građevinski element
- zbog usporedbe relativne propusnosti zraka nekoliko sličnih zgrada ili dijelova zgrada
- za otkrivanje izvora propusnosti zraka
- za određivanje smanjenja propusnosti zraka u odnosu prema stanju prije primijenjenih mjera.

Metodom stvaranja nadtlaka mjeri se tok zraka kroz građevni dio vanjske ovojnice iznutra prema van, dok se metodom stvaranja podtlaka mjeri tok zraka kroz građevni dio vanjske ovojnice izvana prema unutra.



Slika 7. Određivanje propusnosti zraka kod zgrada

Idealni su uvjeti za mjerenje male razlike u temperaturi i male brzine vjetra.

Moguća su dva načina provođenja ispitivanja:

- uvjeti za ovojnicu zgrade su kao i u razdobljima kada se rabe sustavi grijanja i hlađenja (bez posebnog brtvljenja)
- svi otvori na ovojnici zgrade se brtve.

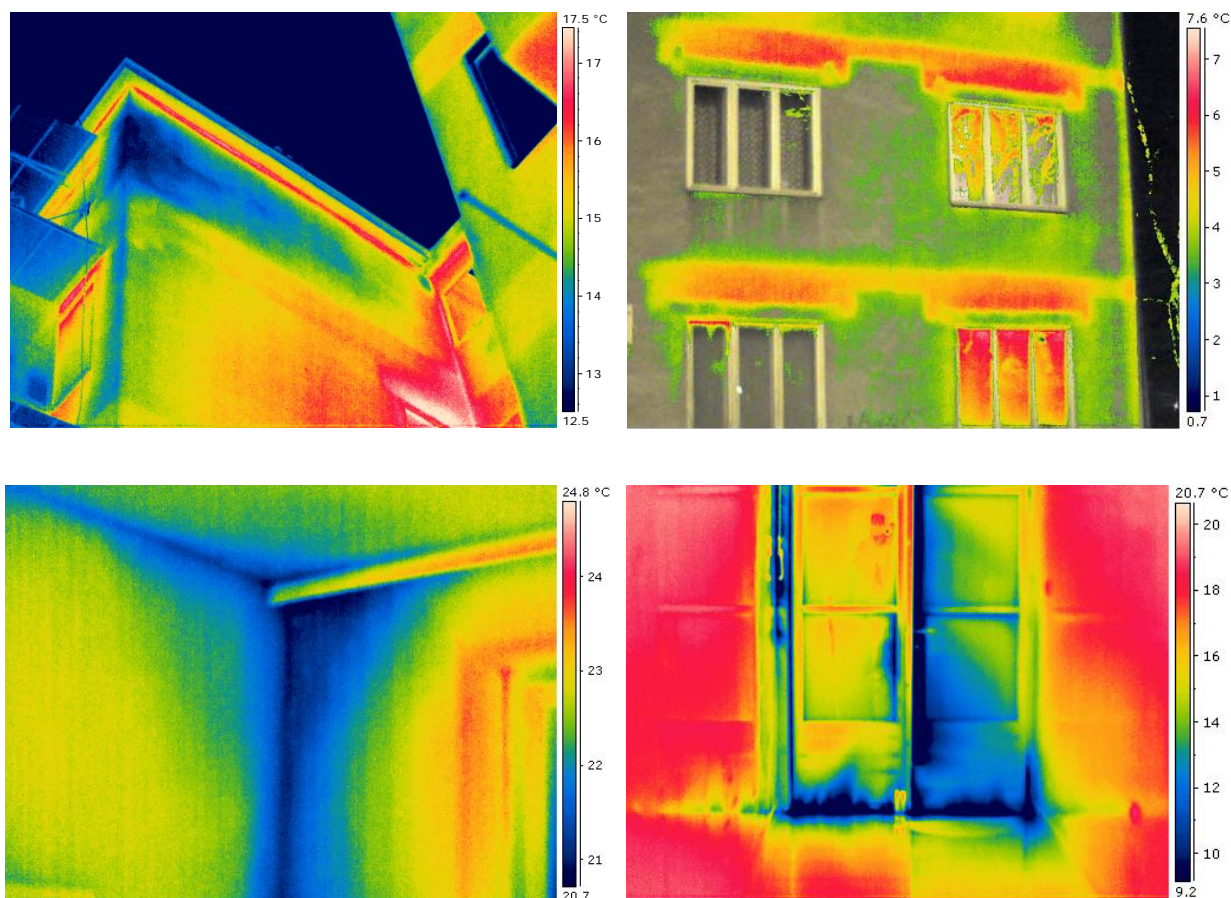
Metoda na jednostavan način ustanovljuje stanje zrakopropusnosti ovojnice u smislu, a provodi se obvezatno, prema članku 23 Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, na svim novim zgradama [8].

### 5.2 Metoda infracrvene termografije

Ako se iz postojeće dokumentacije i pregleda zgrade na terenu ne može sa sigurnošću odrediti sastav građevnih dijelova vanjske ovojnice zgrade, kao pretpostavka uzimaju se građevni dijelovi vanjske ovojnice karakteristični za razdoblje gradnje i pripadajući koeficijenti propusnosti topline. Nije obvezatno, ali se preporučuje provesti dodatna mjerenja infracrvenom termografijom kako bi se pretpostavka ispitala i potvrdila te otkrile eventualne nepravilnosti građevnih dijelova koje mogu utjecati na preporuke u zaključku energijskog pregleda [9, 10].

Primjenom termografskih mjerenja, sukladno normi HRN EN 13187:2000 [11], moguće je brzo i učinkovito utvrditi nepravilnosti u toplinskoj slici zbog defekata u toplinskoj izolaciji, postojanju vlažnih područja i/ili mjesta zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade. Navedena norma definira kvalitativnu metodu termografskih pregleda i to u dva oblika:

- ❖ za kontrolu cjelokupne učinkovitosti novih zgrada i rezultata obnove starih zgrada
- ❖ jednostavniji pregledi koji se provode tijekom energijskih audita, npr. pri obnovi zgrada, kontroli proizvodnje ili drugim rutinskim pregledima.



Slika 8. Termogrami vanjske ovojnice zgrade

Norma HRN EN 13187:2000 ne primjenjuje se za određivanje stupnja toplinske izolacije i zrakopropusnosti zgrade. Primjena termografskih mjerenja spominje se još i u normi HRN EN 15603:2008, u dijelu koji opisuje načine pronalaska toplinskih mostova u zgradama.

## 6 Prijedlog mjera za poboljšanje energijskih svojstava zgrade

Mogućnosti poboljšanja energijskog svojstva zgrade [12] dijele su u dvije skupine:

1. mjere uz male troškove i brzi povrat investicije,
2. mjere uz veće troškove i dulji povrat investicije [13].

Ovaj dio energijskog pregleda obuhvaća prijedlog, prikaz ostvarivih ekonomskih i energijskih ušteda, procjenu investicije, te jednostavni period povrata ulaganja uz proračun smanjenja emisija CO<sub>2</sub>.

Predložene energijski, ekonomski i ekološki povoljne mjere poboljšanja energijskog svojstva zgrade potrebno je analizirati s obzirom na njihovu izvodljivost na analiziranoj zgradi i procijeniti energijske, ekonomske i ekološke uštede. Pri tome je važno naglasiti da se najbolji rezultati postižu kombinacijom mjera, pa je potrebno

analizirati i izabrati kombinaciju onih mjera koje dovede do najvećih ušteda uz ekonomski prihvatljivo vrijeme povrata investicije. Izvještaji o provedenom energijskom pregledu osim rezultata provedenih analiza, sadrže i prijedlog mjera za poboljšanje energijskih svojstava zgrade koje su ekonomski opravdane, ulazni su podatak za izradu energijskog certifikata zgrade, te se moraju čuvati najmanje deset godina od provedenih radnji.

## 7 Zaključak

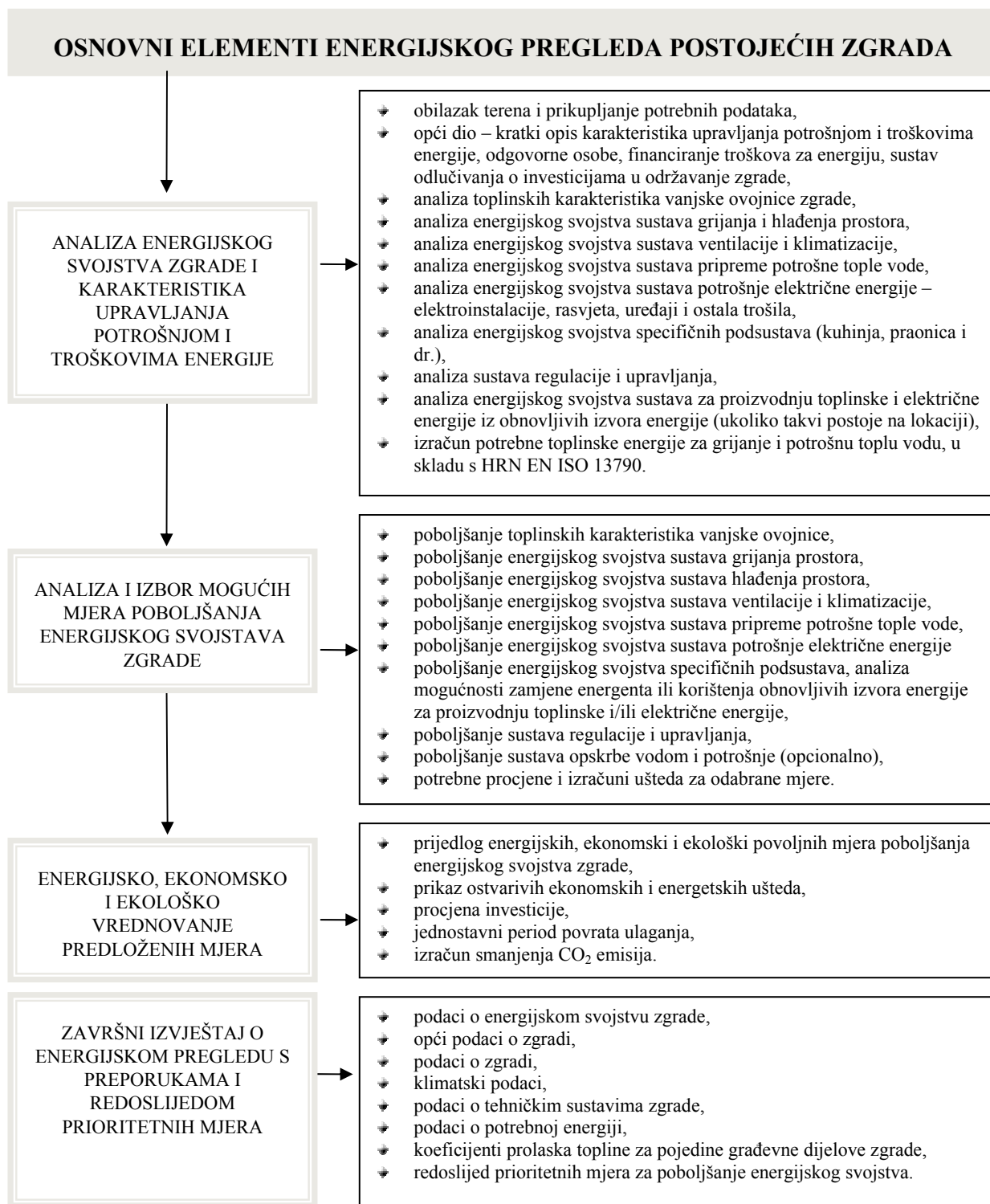
Republika je Hrvatska tijekom posljednjih nekoliko godina postrojila zakone i propise vezane uz energijsko svojstvo zgrada, kao rezultat direktiva Europske unije i prilagodbe zakonodavstva zahtjevima očuvanja okoliša i štednje energije pri čemu je najvažnija direktiva 2010/31/EU. Direktiva 2010/31/EU o energijskom svojstvu zgrada zahtijeva osiguravanje certifikacije zgrada, što znači da pri izgradnji zgrada, njihovoj prodaji ili iznajmljivanju treba osigurati dostupnost certifikata o energijskom svojstvu koji će vlasnik zgrade dati na uvid potencijalnim kupcima ili unajmljivačima. Certifikacija također uključuje savjete kako poboljšati energijsko svojstvo zgrade.

Prema Pravilniku o energetsom certificiranju zgrada, sve zgrade za koje se nakon 31. ožujka 2010. god. pod-



nosi zahtjev za izdavanje akta na temelju kojega se može graditi moraju imati energijski certifikat. Ostale zgrade moraju imati energijski certifikat u slučaju prodaje, iznajmljivanja ili davanja na *leasing*, danom pristupanja

Republike Hrvatske u članstvo EU. Sve zgrade javne namjene za koje je obvezatno javno izlaganje energijskog certifikata moraju imati izrađen i javno izložen energijski certifikat u roku od najdulje 36 mjeseci od



Slika 9. Osnovni elementi energijskih pregleda za postojeće zgrade [12]

objave Metodologije za provođenje energijskih pregleda. Osobe koje provode energijske preglede i energijsko certificiranje zgrada moraju imati ovlaštenje Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Za stručno osposobljavanje i godišnje usavršavanje ovlaštenih osoba koje provode energijske preglede i energijsko certificiranje zgrada utvrđen je Program osposobljavanja i Program usavršavanja.

Pokazano je da Republika Hrvatska već danas premašuje granične vrijednosti definirane zahtjevima Kyotskoga protokola, a s druge strane „potrebno“ je više emisije CO<sub>2</sub> da bi se razvila sekundarna djelatnost gospodarstva te nastavio ekonomski razvitak. Potrebno je također pro

matrati problem nesigurnosti opskrbe energije te neovisnost energetskog sustava koji se pojavljuje tijekom posljednjih nekoliko godina. Provođenjem načela energetske učinkovitosti smanjenjem potrebne energije za grijanje i hlađenje u zgradama može se ostvariti veliki potencijal uštede energije.

Navedene uštede podrazumijevaju povećanje stupnja izolacije postojećih i novih zgrada te poboljšanje svojstava tehničkih sustava zgrade interdisciplinarnim postupkom obnove zgrada. Kao najveći korak k postizanju ciljeva postavljenih zakonodavstvom, potrebno je osigurati primjereno financiranje mjera poboljšanja i obnove zgrada te podizanje svijesti javnosti.

Rad je izrađen u okviru znanstveno istraživačkog projekta „*Od nano do makrostrukture betona* (082-0822161-2990) koji financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH.

## LITERATURA

- [1] UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), Kyoto protocol, [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)
- [2] *European Commission, Directorate-General for Energy and Transport (DG TREN): EU energy in figures 2010, Statistical Pocketbook 2010, European Union, 2010*
- [3] *Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske*, Narodne novine 130/09
- [4] Hrs Borković, Ž. i drugi: *Vodič kroz energetske efikasne gradnje*; Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb 2005.
- [5] *Direktiva 2010/31/EU energijskom svojstvu zgrada*, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>
- [6] *Pravilnik o energetskega certificiranju zgrada*, Narodne novine 36/10
- [7] *Pravilnik o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede i energetskega certificiranje zgrada*, Narodne novine 113/08, 89/09
- [8] *Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama*, Narodne novine 110/08 i 89/09
- [9] Mikulić, D.; Milovanović, B.; Kolić, D.; Sokačić, A.; Šimunović, T.: *Potential of improving energy efficiency of residential buildings in Croatia*, Treći internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo - Nauka i praksa, Žabljak, 2010. 1411-1416
- [10] Mikulić, D.; Milovanović, B.; Šimetin, V.; Mardetko Škoro, N.: *Proces energetskega certificiranja zgrada u Hrvatskoj - primjena infracrvene termografije*, Treći internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo - Nauka i praksa, Žabljak, 2010. 1417-1422
- [11] HRN EN 13187:2000, *Toplinske značajke zgrada – Kvalitativno otkrivanje toplinskih mostova u obodnim konstrukcijama zgrada – Metoda infracrvenog snimanja*
- [12] Bošnjak, Lj.: *Upravljanje kvalitetom u projektima koji se odnose na uštedu energije i toplinsku zaštitu u zgradama*, završni rad, Sveučilišni interdisciplinarni poslijediplomski studij Ekoinženjerstvo, Centar za poslijediplomske studije, Sveučilište u Zagrebu, 2009.
- [13] Pašagić, V., Kelenc, D.: *Energetska iskaznica zgrade u funkciji zaštite okoliša*, Zbornik radova 3. Međunarodnog foruma o obnovljivim izvorima energije, Dubrovnik, Hrvatska, 2006.