

# Energetska certifikacija zgrada i pametna kuća u svjetlu povećanja energetske učinkovitosti

---

**Milotić, Antonio**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2014**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:212:125547>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

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



image not found or type unknown

Politehnika Pula  
Visoka tehničko-poslovna škola

Student: Antonio Milotić

Matični broj studenta: 0733

Energetska certifikacija zgrada i pametna kuća u svjetlu  
povećanja energetske učinkovitosti

Mentor: Mr.sc. Radovan Jokić, dipl.ing.el.

Pula, prosinac 2014

## **IZJAVA O SAMOSTALNOSTI IZRADE ZAVRŠNOG RADA**

Ovom izjavom potvrđujem da sam diplomski rad pod nazivom „Energetska certifikacija zgrada i pametna kuća u svjetlu povećanja energetske učinkovitosti“ napisao samostalno uz pomoć mentora mr. sc. Radovana Jokića. Primjenjujući metodu analize i sinteze, znanstveno-istraživačku, matematičku metodu, te literaturu koja je navedena na kraju rada. Diplomski rad je napisan u duhu hrvatskog jezika.

Antonio Miličić

## **Sažetak**

U ovom radu opisana je mogućnost povećanja energetske učinkovitosti, povećanju kvalitete življenja, smanjenja potrošnje energije i zaštiti okoliša kroz energetske certificiranje zgrada i implementaciju sustava pametne kuće.

Energetskim certificiranjem zgrada dobivamo energetski certifikat koji ukazuje na energetska svojstva zgrade i potrošnju same zgrade. Nastojanjem za dobivanje što boljeg energetskog razreda, a samim time i manju potrošnju energije, štedimo energiju, ne rasipavamo se s njom te čuvamo prirodu.

Implementacijom sustava pametne kuće ulažemo u komfor življenja te kuća radi sa nama i umjesto nas ispravlja naše greške na kojima nepotrebno trošimo energiju.

## **Summary**

In this study is described the possibility of increase the energy efficiency, increase the quality of life, reduction of energy consumption and environmental protection through energy certification of buildings and implementation of smart house.

With energy certification of buildings we get the energy certificate which indicates the energy performance of the building and consumption of the building. Striving to obtain a better energy rating and lower power consumption we save energy, do not spill with her, and we save the environment.

With the implementation of smart house we invest in the comfort of living, the house work with us and instead of us correct our mistakes on which we needlessly consume energy.

## Sadržaj:

1.	Uvod .....	1
1.1	Opis problema .....	1
1.2	Cilj i svrha.....	1
1.3	Hipoteza rada .....	1
1.4	Metode istraživanja.....	1
1.5	Struktura rada.....	2
2.	Energetska certifikacija.....	3
2.1	Energetsko certificiranje zgrada .....	3
2.2	Energetsko certificiranje zgrada u hrvatskoj .....	5
2.2.1	Definicija energetskog certificiranja.....	6
2.2.2	Provedba energetskog certificiranja .....	6
2.2.3	Obveza energetskog certificiranja .....	7
2.2.4	Rokovi energetskog certificiranja .....	9
2.2.5	Cijena energetskog certificiranja .....	9
2.3	Izgled certifikata: .....	10
2.4	Obaveze investitora, vlasnika i korisnika zgrade:.....	16
2.5	Energetski pregledi:.....	17
2.5.1	Određivanje propusnosti zraka zgrada (test propusnosti puhalom, „blower door test“) .....	20
2.5.2	Metoda infracrvene termografije.....	22
2.5.3	Proračun energetskih potreba zgrada.....	24
2.5.4	Proračun potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje.....	25
3.	Energetski standardi kuća .....	26
3.1	Standardno izolirana kuća (Obična kuća).....	28
3.2	Niskoenergetska kuća.....	28
3.3	Pasivna kuća .....	29
4.	Pametna kuća „Smart house“ .....	32
4.1	Definicija pametne kuće .....	32
4.2	Pametna kuća – kuća budućnosti.....	33
4.3	Mogućnosti pametne kuće.....	33

4.4	Postojeći protokoli u automatizaciji kućanstva .....	36
4.4.1	X-10.....	37
4.4.2	LONworks .....	39
4.4.3	CEBus .....	40
4.4.4	Konnex.....	40
4.5	KNX standard.....	41
4.6	Pametna kuća u primjeni.....	42
4.7	Ušteda energije pametne kuće u odnosu na klasične kuće .....	44
4.7.1	Pametna trošila .....	44
4.7.2	Pametno brojilo .....	46
4.7.3	Inteligentna rasvjeta.....	47
	Zaključak:.....	48
	Literatura:.....	49
	Popis slika .....	50
	Popis tabela .....	50

## **1. Uvod**

Modernim načinom života porasla je i sama potrošnja energije. Svijesni toga počeli smo tražiti i pronalaziti načine kako da tu potrošnju smanjimo i samim time manje zagađujemo okoliš. Gradnjom boljih i energetski učinkovitijih zgrada taj problem polako se rješava, a naši računi za režije su sve manji. Implementacijom sustava pametne kuće ta se potrošnja dodatno smanjuje, a mi smo sve sretniji i zadovoljniji.

### **1.1 Opis problema**

Dosadašnja nekontrolirana gradnja novoizgrađenih zgrada dovelo je do toga da su te zgrade veliki potrošači energije, nesigurne i neudobne za život. Takve zgrade su pune troškova za grijanje, pune vlage, nepropisno napravljene i kao takve veliki teret za naš novčanik.

### **1.2 Cilj i svrha**

Prikazati i pojasniti proces izvođenje energetske certifikacije te implementacije sustava pametne kuće u svrhu postizanja veće energetske učinkovitosti zgrada, većeg komfora, kvalitete življenja i manjih troškova.

### **1.3 Hipoteza rada**

Energetski certifikat zgrada te implementacija sustava pametne kuće doprinosi boljoj energetske učinkovitosti, povećanju kvalitete življenja, smanjenju troškova i zaštiti okoliša.

### **1.4 Metode istraživanja**

U ovom radu koristio sam metodu analize i sinteze, matematičku metodu, te znanstveno-istraživačku metodu

## **1.5 Struktura rada**

Ovaj rad sam napisao u četiri poglavlja. U prvom poglavlju kroz uvod, cilj i svru, hipotezu rada i metode istraživanja opisana je problematika rada i o čemu se u radu govori.

U drugom poglavlju pod nazivom energetska certifikacija nalazi se definicija energetske certifikacije i zašto je koristimo. Koji su rokovi i cijene energetske certifikacije. Nalazi se kako i izgleda energetski certifikat te kako se provode energetski pregledi.

U trećem poglavlju opisani su energetski standardi kuća. Koja je razlika od standardno izolirane kuće (obične kuće), niskoenergetske i pasivne kuće u potrošnji energije.

U četvrtom poglavlju opisana je pametna kuća, njezina definicija i njezine mogućnosti koje nam uvelike mogu olakšati život. Nalaze se i protokoli koji se koriste za komunikaciju između uređaja. Na kraju je opisana ušteda pametne kuće u odnosu na klasičnu.



## 2. Energetska certifikacija

### 2.1 Energetsko certificiranje zgrada

Energetsko certificiranje uvelo je reda u izgradnji i prodaji loše napravljenih i loše izoliranih kuća. Kuće koje troše mnogo energije za grijanje i hlađenje i koje su veliki financijski teret. Iz Slike 1. vidi se razlika u gubicima topline prije i poslije izoliranja kuće.



Slika 1. Razlika u gubicima topline izolirane i neizolirane kuće

Izvor: [http://www.itv-murexin.hr/upload/folder/Energy\\_Saving\\_System.pdf](http://www.itv-murexin.hr/upload/folder/Energy_Saving_System.pdf)

Ako izračunamo količinu prenesene topline iz formule  $\Phi = A * U * (T_1 - T_2)$  vidimo ogromne razlike u prenosu topline izoliranog zida i neizoliranog zida. Gdje je:

$\Phi$  – količina prenesene topline u 1 sec. (W)

$A$  – površina kroz koju toplina protječe (m<sup>2</sup>)

$U$  – koeficijent prolaska topline (W/m<sup>2</sup>K)

$T_1$  – viša temperatura s jedne strane (K)

$T_2$  – niža temperatura s druge strane (K)

U tabeli 1 dane su neke vrijednosti koeficijenta prolaza topline  $U$  ( $W/m^2K$ ) za određene materijale, debljine materijala i različite debljine izolacije.

Tabela 1. Vrijednosti koeficijenta prolaza topline

Vanjski zid	Topl. prov. $\lambda$ W/(mK)	Deb.zida (cm)	Bez ETICS sust. ( $W/m^2K$ )	Vanjski zid s ugrađenim ETICS* sustavom sa STIROPOR EPS-F. U ( $W/m^2K$ )			
				5 cm	6 cm	8 cm	10 cm
Beton	2,50	16	4,27	0,65	0,55	0,43	0,35
		18	4,13	0,64	0,55	0,43	0,35
		20	4,00	0,64	0,55	0,42	0,35
Šuplji blokovi od gline (blok opeka)	0,48	19	1,77	0,53	0,47	0,37	0,31
		25	1,45	0,50	0,44	0,36	0,30
		29	1,29	0,48	0,42	0,35	0,29
Puna opeka od gline	0,68	25	1,86	0,54	0,47	0,38	0,32
		38	1,37	0,49	0,43	0,35	0,30
Šuplji blokovi od betona (blokete)	1,10	19	2,92	0,60	0,52	0,41	0,34
		25	2,52	0,58	0,51	0,40	0,33
		29	2,31	0,57	0,50	0,39	0,33
Porobeton	0,18	20	0,78	0,39	0,35	0,30	0,26
		25	0,64	0,35	0,32	0,27	0,24
		30	0,54	0,32	0,29	0,25	0,22

\* Povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na osnovi Novolit STIROPORA EPS-F

Izvor: <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-58-2006-05-09.pdf>

Primjer1.

Izračun količine prenesene topline kroz zid od šupljih blokova opeke debljine 25 cm bez izolacije i sa izolaciom od 10 cm na 1 m<sup>2</sup> zida. Vanjska temperatura je 5 °C, a unutarnja temperatura 23 °C.

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 = 1.45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_2 = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$T_1 = 296,15 \text{ K}$$

$$T_2 = 278,15 \text{ K}$$

$$\Phi_1 = 1 \cdot 1,45 \cdot (296,15 - 278,15)$$

$$\Phi_1 = 1,45 \cdot 18$$

$$\Phi_1 = 26,1 \text{ W}$$

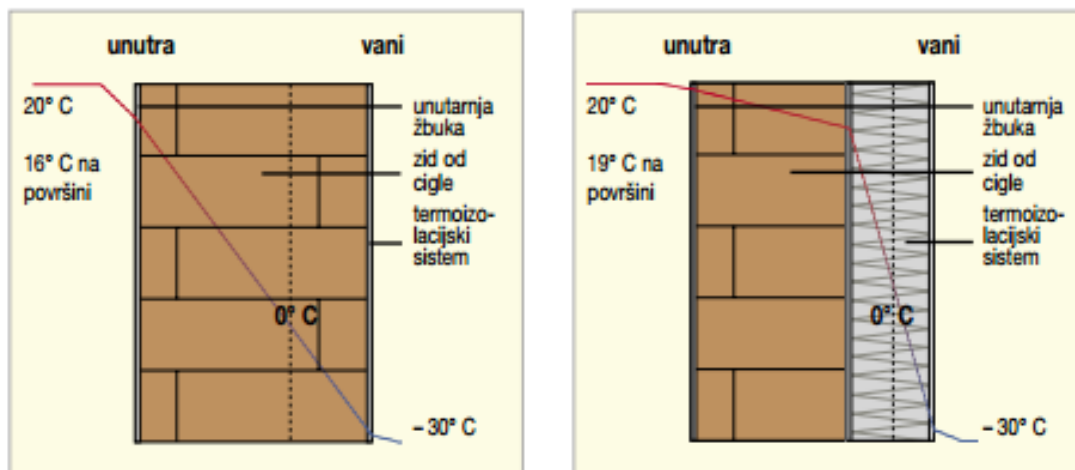
$$\Phi_2 = 1 \cdot 0,3 \cdot (296,15 - 278,15)$$

$$\Phi_2 = 0,3 \cdot 18$$

$$\Phi_2 = 5,4 \text{ W}$$

Iz Primjera 1. vide se velike razlike u prolazu topline između izoliranog zida i neizoliranog zida.

Zi slike 2. Vidi se da hladnoća kod izoliranog zida ostaje u izolaciji i ne ulazi u zid i tako ne uzrokuje oštećenja zbog velike razlike u temperaturi.



Slika 2. Kod izoliranog zida hladnoća ne ulazi u zid

Izvor: [http://www.itv-murexin.hr/upload/folder/Energy\\_Saving\\_System.pdf](http://www.itv-murexin.hr/upload/folder/Energy_Saving_System.pdf)

## 2.2 Energetsko certificiranje zgrada u hrvatskoj

Do 2020 godine Europska Unija, a samim time i Hrvatska kao njezina članica teže smanjenju godišnje potrošnje primarne energije za 20%. Predloženo je nekoliko mjera povećanja učinkovitosti na svim stupnjevima energetskog lanca od proizvodnje, transformacije, distribucije i krajnje potrošnje, a najveći potencijal uštede nalazi se u zgradarstvu. Europska Unija Direktivom 2010/31/EU o energetskim

svojstvima zgrada daje veći poticaj i veću snagu energetske certificiranju te stvara veću svijest i daje veću važnost poboljšanju energetske učinkovitosti zgrada. Energetsko certificiranje u hrvatskoj provodi se od 2010 godine i sve zgrade izgrađene od 2010 godine do danas usklađene su s EU Direktivom. Sve postojeće zgrade, javne ili one koje se stavljaju u pravni promet moraju imati energetski certifikat, a od 01.07.2013 godine sve zgrade koje se prodaju.

### **2.2.1 Definicija energetske certificiranja**

Energetsko certificiranje zgrada provodi se u svrhu izdavanja energetske certifikata. To je skup radnji i postupaka koji se obavljaju kako bi se potrošačima (kupcima ili zakupcima) omogućila usporedba i procjena energetske svojstva različitih zgrada. Na taj način stimulira se izbor energetski efikasnih rješenja prilikom projektiranja i izgradnje same zgrade. Stimulira se i kupnja zgrada koje su energetski efikasnije.

Na energetskom certifikatu ispisan u su energetska svojstva zgrade i potrošnja energije. Ta potrošnja izračunata je na temelju pretpostavljenog režima korištenja zgrade. Istaknute vrijednosti ne moraju nužno izražavati realnu potrošnju u zgradi ili njezinoj samostalnoj uporabnoj cijelini jer ona ne uključuje ponašanje korisnika. Energetski certifikat sadrži preporuke za primjenu zahvata i realizaciju investicija kojima se mogu postići poboljšanja energetske efikasnosti bez ugrožavanja radnih uvjeta u zgradi. Energetskim certifikatom želi se uvesti više reda na području gradnje. Samim time kupce ili najmoprimce objektivno informirati o troškovima za energiju koja se mogu očekivati tijekom korištenja zgrade.

Energetskim certificiranjem želil se usmjeriti kupce ili najmoprimce zgrada prema energetski efikasnijim rješenjima i na taj način prisiliti investitore i izvođače radova na uporabu modernih tehnologija gradnje.

### **2.2.2 Provedba energetske certificiranja**

Energetsko certificiranje provodi se putem energetske pregleda zgrade ili njezine samostalne uporabne cijeline. Sve aktivnosti koje se provode tijekom općeg i energetske pregleda zgrade moraju se pravovremeno isplanirati i predstaviti

klijentu. Za najbolje rezultate energetskeg pregleda treba sve pravovremeno isplanirati i održavati kvalitetnu komunikaciju sa klijentom. Provođenje energetske certifikacije i izdavanje energetskeg certifikata mogu osobe kojima je Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja dalo ovlaštenje prema Pravilniku o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede zgrada i energetske certificiranje zgrada (NN 81/12, 64/13). Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja drži Registar fizičkih i pravnih osoba ovlaštenih za energetske preglede i energetske certificiranje zgrada:, koji se nalazi na njihovoj web stranici:

[http://www.mgipu.hr/doc/Graditeljstvo/Registar\\_certifikatora.htm](http://www.mgipu.hr/doc/Graditeljstvo/Registar_certifikatora.htm).

### **2.2.3 Obveza energetskeg certificiranja**

Zgrade ili njihove samostalne uporabne cijeline koje obvezno podliježu energetskeg certificiranju radi dobivanja energetskeg certifikata dijele se na tri skupine podijeljene prema namjeni korištenja:

#### **1. Stambene zgrade:**

- s jednim stanom i stambene zgrade u nizu s jednim stanom za koje se izrađuje jedan energetske certifikat,
- sa dva i više stana i zgrade za stanovanje zajednica (npr.: domovi umirovljenika, đaćki, studentski, radnićki odnosno dječji domovi, zatvori, vojarnje i slično) za koje se u pravilu izrađuje jedan zajednićki certifikat, a mođe se izraditi i zasebni energetske certifikat.

#### **2. Nestambene zgrade:**

- uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene,
- školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove,
- bolnice i ostale zgrade namijenjene zdravstveno-socijalnoj i rehabilitacijskoj svrsi,
- hoteli i restorani i slične zgrade za kratkotrajni boravak (uključivo apartmani),
- sportske građevine,

- zgrade veleprodaje i maloprodaje (trgovački centri, zgrade s dućanima),
- druge nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18°C ili više (npr.: zgrade za promet i komunikacije, terminali, postaje, zgrade za promet, pošte, telekomunikacijske zgrade, zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji i knjižnice, i sl.),
3. Ostale nestambene zgrade u kojima se radi ostvarivanja određenih uvijeta za dovđenja zgrade u uporabu koristi energija.

Postoje 8 energetske razreda u koje se svrtavaju stambene i nestambene zgrade. Energetski razredi protežu se od A+, što je najbolji energetski razred, do G, što je najlošiji energetski razred.

Energetsko certificiranje i zdavanje energetske certifikata nije potrebno za:

- nove zgrade, postojeće zgrade i samostalne uporabne cjeline zgrade u novim ili postojećim zgradama koje se prodaju, iznajmljuju, daju na leasing ili daju u zakup i koje imaju uporabnu korisnu površinu manju od 50 m<sup>2</sup>,
- zgrade koje imaju predviđeni vijek uporabe ograničen na dvije godine i manje,
- privremene zgrade izgrađene u okviru pripremnih radova za potrebe organizacije gradilišta,
- radionice, proizvodne hale, industrijske zgrade i druge gospodarske zgrade koje se, u skladu sa svojom namjenom, moraju držati otvorenima više od polovice radnog vremena ako nemaju ugrađene zračne zavjese,
- jednostavne građevine utvrđene posebnim propisom,
- postojeće zgrade ili njihove samostalne uporabne cjeline koje se prodaju ili se pravo vlasništva prenosi u stečajnom postupku u slučaju prisilne prodaje ili ovrhe,
- postojeće zgrade ili njihove samostalne uporabne cjeline koje se prodaju ili iznajmljuju bračnom drugu ili članovima uže obitelji,
- zgrade koje se ne griju ili se griju na temperaturu do +12 °C osim hladnjača.

#### **2.2.4 Rokovi energetskeg certificiranja**

Od 2010. godine nove zgrade prije uporabe moraju imati energetske certifikat. Energetski certifikat mora biti izrađen prema Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada (NN 81/12, 29/13).

Postojeće javne zgrade ili dio zgrade mješovite namjene koji se koristi kao zasebna uporabna cijelina za javnu namjenu i koja ima površinu veću od 500 m<sup>2</sup> energetske certifikat moraju imati od 31.12.2013. godine. Javne zgrade ili dio zgrade mješovite namjene koji se koristi kao zasebna uporabna cijelina za javnu namjenu površine veće od 250 m<sup>2</sup> moraju imati energetske certifikat do 09.07.2015. godine.

Energetski certifikat od 01.07.2013. godine mora imati svaka zgrada koja se prodaje, iznajmljuje, daje u leasing ili zakup, odnosno njezina samostalna cijelina koja se prodaje ili iznajmljuje. Direktiva EU daje mogućnost da se ti rokovi produže te je Ministarstvo mijenjalo te propise na način da do 01.07.2013. godine energetske certifikat moraju imati zgrade, odnosno njihove samostalne uporabne cijeline (stanovi, uredi) koji se prodaju, a zgrade, stanovi i uredi koji se daju u zakup ili leasing energetske certifikat moraju imati do 01.01.2016. godine.

#### **2.2.5 Cijena energetskeg certificiranja**

Odlukom Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja određena je najviša cijena provođenja energetskih pregleda i izdavanja energetskog certifikata. Za stan u postojećoj zgradi najviša cijena može biti do 2.700 kuna. Za novu stambenu zgradu, javnu ili poslovnu (vrtići, škole, uredi) površine do 50 m<sup>2</sup> najviša cijena može biti 1.400 kuna. Za nove nestambene zgrade površine do 1000 m<sup>2</sup> najviša cijena može biti 3.100 kuna, a za novi hotel površine oko 10.000 m<sup>2</sup> najviša cijena iznosi 9.400 kuna. Na tržištu krajne cijene mogu biti i puno niže.

### 2.3 Izgled certifikata:

Na energetsom certifikatu imamo uvid o podacima zgrade da li je nova ili postojeća, adresu, vlasnika, izvođača, godinu izgradnje. Imamo i uvid u koju kategoriju spada, kolika je njezina godišnja potrošnja. Na energetsom certifikatu nalaze se i podaci o osobi koja je izdala energetska certifikata (slika 3). Na slijedećim stranicama certifikata nalaze se klimatki podatci, podaci o termotehničkim sustavima zgrade, energetske potrebe, prijedlog mijera i preporuke te dodatak za objašnjenje tehničkih pojmova i detaljan popis propisa, normi i proračunskih postupka za određivanje podataka navedenih u energetsom certifikatu (primjer 2).

Energetski certifikat za stambene zgrade																												
	<b>Zgrada</b> <input type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća																											
	Vrsta zgrade:																											
	K.č.      k.o.																											
	Adresa:																											
	Mjesto :																											
	Vlasnik / investitor:																											
	Izvođač:																											
	Godina izgradnje:																											
	prema Direktivi 2002/91/EC																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"><math>Q''_{H,nd,ref}</math></th> <th style="width: 20%;">kWh/(m<sup>2</sup>a)</th> <th style="width: 20%;">Izračun</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>A+</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 15</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>A</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 25</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>B</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 50</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>C</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 100</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>D</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 150</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>E</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 200</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>F</b></td> <td style="text-align: center;">≤ 250</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>G</b></td> <td style="text-align: center;">&gt; 250</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		$Q''_{H,nd,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Izračun	<b>A+</b>	≤ 15		<b>A</b>	≤ 25		<b>B</b>	≤ 50		<b>C</b>	≤ 100		<b>D</b>	≤ 150		<b>E</b>	≤ 200		<b>F</b>	≤ 250		<b>G</b>	> 250	
$Q''_{H,nd,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Izračun																										
<b>A+</b>	≤ 15																											
<b>A</b>	≤ 25																											
<b>B</b>	≤ 50																											
<b>C</b>	≤ 100																											
<b>D</b>	≤ 150																											
<b>E</b>	≤ 200																											
<b>F</b>	≤ 250																											
<b>G</b>	> 250																											
<b>Podaci o osobi koja je izdala energetska certifikat</b>																												
Ovlaštena fizička osoba:																												
Ovlaštena pravna osoba																												
Imenovana osoba																												
RegistarSKI broj ovlaštene osobe:																												
Broj energetske certifikata:																												
Datum izdavanja/rok važenja																												
Potpis																												
<b>Podaci o zgradi</b>																												
$A_K$ [m <sup>2</sup> ]																												
$V_K$ [m <sup>3</sup> ]																												
$\delta_0$ [m <sup>-1</sup> ]																												
$H_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]																												

Slika 3. Izgled Energetskog certifikata

Izovr: [www.8realestate.eu](http://www.8realestate.eu)



Primjer 2: Energetski certifikat BP Petrol u Poreču (slike 4, 5, 6, 7, 8)

 <p>prema Direktivi 2002/91/EC</p>	<b>Zgrada</b> <input checked="" type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća			
	Vrsta zgrade: <b>B110 – OSTALE NESTAMBENE ZGRADE</b>			
	K.č. k.o. : <b>1498/8, Nova Vas Poreč</b>			
	Adresa : <b>Poreč bb</b>			
	Mjesto : <b>POREČ</b>			
	Vlasnik / investitor: <b>PETROL HRVATSKA d.o.o., Otok</b>			
	Izvođač : <b>«AB GRADNJA» d.o.o. Karlovac</b>			
	Godina izgradnje : <b>2011.</b>			
	<b>Energetski certifikat za nestambene zgrade</b>	$Q_{H,nd,rel}$	%	<b>Izračun</b> <b>60</b>
		<b>A+</b>	≤ 15	
<b>A</b>		≤ 25		
<b>B</b>		≤ 50		
<b>C</b>		≤ 100		
<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: <b>RITEH d.o.o., Rijeka, Prolaz M. K. Kozulić 2</b>				
Imenovana osoba : <b>EDUARD VIVODA, dipl.ing.el.</b>				
RegistarSKI broj ovlaštene osobe : <b>P_53_2010</b>				
Broj energetskog certifikata : <b>P_53_2010_009_B110</b>				
Datum izdavanja/rok važenja : <b>03.07.2011. / 03.07.2021.</b>				
Potpis :				
<b>Podaci o zgradi</b>				
$A_k$ [m <sup>2</sup> ]: <b>193,00</b>				
$V_n$ [m <sup>3</sup> ]: <b>907,00</b>				
$\zeta_0$ [m <sup>-1</sup> ]: <b>0,76</b>				
$H_{tr,req}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]: <b>0,57</b>				
$Q'_{H,nd,rel}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]: <b>72,31</b>				

Slika 4. Prva stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču

Izvor: <http://www.riteh.eu/c/321/gcgid/133/rg/41/Energetski-certifikat-Istra.wshtml>

Klimatski podatci	
Klimatski podatci (kontinentalna ili primorska Hrvatska)	Primorska
Broj stupanj dana grijanja SD [Kd/a]	2167,7
Broj dana sezone grijanja Z [d]	131,5
Srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja $\theta_{s,ext}$ [°C]	8,2
Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja $\theta_{s,int}$ [°C]	20,0



Podaci o termotehničkim sustavima zgrade	
Način grijanja zgrade (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	Centralno
Izvori energije koji se koriste za grijanje i pripremu potrošne tople vode	Plin
Način hlađenja (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	Centralno / lokalno
Izvori energije koji se koriste za hlađenje	Električna energija
Vrsta ventilacije (prirodna, prisilna bez ili s povratom topline)	Prisilna s povratom topline
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	Dizalica topline
Udio obnovljivih izvora energije u potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje [%]	0

Energetske potrebe						
	Za referentne klimatske podatke		Za stvarne klimatske podatke		Zahtjev	
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m²a)]	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m²a)]	Dopušteno [kWh/(m²a)]	Ispunjeno DA / NE
$Q_{H,ref}$	13956,00	72,31	19903,00	103,12	120,45	DA
$Q_{H}$						
$Q_{H,th}$						
$Q_{H,th}$						
$Q_{H}$						
$Q_{G,ref}$						
$Q_{G,th}$						
$Q_{G}$						
$Q_{G,th}$						
$E_{el}$						
$E_{el}$						
$E_{el,th}$						
CO <sub>2</sub> [kg/a]						
$Q_{H,ref}$ [kWh/(m²a)]	13956,00 [kWh/a]	15,39 [kWh/(m²a)]	19903,00 [kWh/a]	21,94 [kWh/(m²a)]	25,63 [kWh/(m²a)]	DA


Objašnjenje:  obvezna ispunja  ispunjava se opcijski

Građevni dio zgrade	$U$ [W/(m²K)]	$U_{max}$ [W/(m²K)]	Ispunjeno DA / NE
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0,31	0,60	DA
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu	0,26	0,40	DA
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	0,45	0,50	DA
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže			
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0 °C	0,30	0,65	DA
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	1,80	1,80	DA
Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	2,90	2,90	DA

Objašnjenje:  obvezna ispunja  ispunjava se opcijski

Slika 5. Druga stranica energetske certifikata BP Petrol u Poreču

Izvor: <http://www.riteh.eu/c/321/gcgid/133/rg/41/Energetski-certifikat-Istra.wshtml>

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. Kontinuirano praćenje utroška energenata.	
2. Redovito održavanje termotehničkog sustava.	
3. U sezoni hlađenja održavati projektnu temperaturu od 24 stupnja C, odnosno maksimalno 6 stupnjeva C nižu od vanjske temperature.	
4. Smanjiti neželjene toplinske dobitke od osunčanja u ljetnom razdoblju korištenjem žaluzina.	
5. Spriječiti pregrijavanje prostorija iznad projektne temperature grijanja češćom kontrolom i regulacijom rada termotehničkog sustava.	
6. Redovito održavanje sustava osvjetljenja i zamjena izvora svjetla nakon isteka deklariranog životnog vijeka (sati rada).	
7. Na sva izljevna mjesta sa potrošnom toplom vodom predvidjeti uređaje za ograničenje prekomjerne potrošnje tople vode	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	

Slika 6. Treća stranica energetskog certiifikata BP Petrol u Poreču

Izvor: <http://www.riteh.eu/c/321/gcgid/133/rg/41/Energetski-certifikat-Istra.wshtml>



Dodatak	
<p><b>Objašnjenje tehničkih pojmova</b></p>	
<p>Ploščina korisne površine zgrade, <math>A_k</math> [m<sup>2</sup>], jest ulupna ploščina neto podne površine grijanog dijela zgrade.</p>	
<p>Obujam grijanog dijela zgrade, <math>V_g</math> [m<sup>3</sup>], jest bruto obujam, obujam grijanog dijela zgrade kojemu je optože A.</p>	
<p>Faktor oblika zgrade, <math>f_v = A/V_g</math> [m<sup>-2</sup>], jest količnik: optože A i obujma grijanog dijela zgrade <math>V_g</math>.</p>	
<p>Koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka, <math>H_{t,ref}</math> [W/K], jest količnik: između toplinskog toka koji se transmisijom prenosi iz grijane zgrade prema vanjskom prostoru i razlike između unutarnje projektne temperature u sezoni grijanja i vanjske temperature.</p>	
<p>Srednja vanjska temperatura, <math>\theta_e</math> [°C], jest osrednjena vrijednost temperature vanjskog zraka u promatranom vremenskom periodu prema meteorološkoj postaji najbližoj lokaciji zgrade.</p>	
<p>Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja, <math>\theta_i</math> [°C], jest projektom predviđena temperatura unutarnjeg zraka svih prostora grijanog dijela zgrade.</p>	
<p>Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, <math>Q_{Hnd,ref}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], jest računski određena godišnja potrebna količina topline za održavanje unutarnje projektne temperature za referentne klimatske podatke izražena po m<sup>2</sup> ploščine korisne površine zgrade.</p>	
<p>Dopuštena vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q_{Hnd,dep}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], jest dopuštena specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje koja se izračunava uz uvjete propisane za nove nestambene zgrade prema posebnom propisu kojim se propisuju tehnički zahtjevi glede racionalne uporabe energije i toplinske zaštite novih i postojećih zgrada.</p>	
<p>Relativna vrijednost godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za nestambene zgrade, <math>Q_{Hnd,rel}</math> [%], jest omjer specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke, <math>Q_{Hnd,ref}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i dopuštene specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke, <math>Q_{Hnd,dep}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], a izračunava se prema izrazu: <math>Q_{Hnd,rel} = Q_{Hnd,ref} / Q_{Hnd,dep} \times 100</math> [%]</p>	
<p>Godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode, <math>Q_w</math> [kWh/a], jest računski određena količina topline koju sustavom pripreme potrošne tople vode treba dovesti tijekom jedne godine za zagrijavanje vode.</p>	
<p>Godišnji toplinski gubici sustava grijanja, <math>Q_{g,h}</math> [kWh/a], jesu energetska gubici sustava grijanja tijekom jedne godine koji se ne mogu iskoristiti za održavanje unutarnje temperature u zgrad.</p>	
<p>Godišnji toplinski gubici sustava za zagrijavanje potrošne tople vode, <math>Q_{w,h}</math> [kWh/a], jesu energetska gubici sustava pripreme potrošne tople vode tijekom jedne godine koji se ne mogu iskoristiti za zagrijavanje vode.</p>	
<p>Godišnja potrebna toplinska energija, <math>Q_b</math> [kWh/a], jest zbroj godišnje potrebne topline i godišnjih toplinskih gubitaka sustava za grijanje i zagrijavanje potrošne tople vode u zgrad.</p>	
<p>Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje, <math>Q_{c,ref}</math> [kWh/a], jest računski određena količina topline koju sustavom hlađenja treba odvesti tijekom jedne godine za održavanje unutarnje temperature u zgrad tijekom razdoblja hlađenja zgrade.</p>	
<p>Godišnji gubici sustava hlađenja, <math>Q_{c,h}</math> [kWh/a], jesu energetska gubici sustava hlađenja tijekom jedne godine koji se ne mogu iskoristiti za održavanje unutarnje temperature u zgrad.</p>	
<p>Godišnja potrebna energija za hlađenje, <math>Q_c</math> [kWh/a], jest zbroj godišnje potrebne energije za hlađenje i godišnjih gubitaka sustava hlađenja u zgrad.</p>	
<p>Godišnja potrebna energija za ventilaciju, <math>Q_{v,h}</math> [kWh/a], jest računski određena količina energije za pripremu zraka sustavom prisilne ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije tijekom jedne godine za održavanje stupnja ugodnosti prostora u zgrad.</p>	
<p>Godišnja potrebna energija za rasvjetu, <math>E_r</math> [kWh/a], jest računski određena količina energije koju treba dovesti zgrad tijekom jedne godine za rasvjetu.</p>	
<p>Godišnja isporučena energija, <math>E_{del}</math> [kWh/a], jest energija dovedena tehničkim sustavima zgrade tijekom jedne godine za pokrivanje energetska potreba za grijanje, hlađenje, ventilaciju, potrošnu toplu vodu, rasvjetu i pogon pomoćnih sustava.</p>	
<p>Godišnja primarna energija, <math>E_{prim}</math> [kWh/a], jest računski određena količina energije za potrebe zgrade tijekom jedne godine koja nije podvignuta nijednom postupku pretvorbe.</p>	
<p>Godišnja emisija ugljičnog dioksida, CO<sub>2</sub> [kg/a], jest masa emitiranoj ugljičnog dioksida u vanjski okoliš tijekom jedne godine koja je posljedica energetska potreba zgrade.</p>	

Slika 7. Četvrta stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču

Izvor: <http://www.riteh.eu/c/321/gcgid/133/rg/41/Energetski-certifikat-Istra.wshtml>

Dodatak	
Detaljan popis propisa, normi i proračunskih postupaka za određivanje podataka navedenih u energetsom certifikatu	
Zakon o prostornom uređenju i gradnji N.N.76/07 i 38/09.	
Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama N.N.110/08,89/09	
Tehnički propis za prozore i vrata N.N.69/06	
Zakon o građevnim proizvodima N.N. 86/08	
Pravilnik o energetsom certificiranju zgrada N.N.36/10	
Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada N.N.110/08	
HRN EN 410:2003 Staklo u graditeljstvu-Određivanje svjetlosnih i sunčanih značajki osvjetljenja (EN 410:1998)	
HRN EN 673:2003 Staklo u graditeljstvu-Određivanje koeficijenta prolaska topline (U vrijednost)- Proračunska metoda (EN 673:1997+A1:2000+A2:2002)	
HRN EN ISO 6946/20xx Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrada-Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline-Metoda proračuna /ISO 6946:2007,EN ISO 6946:2007)	
HRN EN ISO 10077-1:2002 Toplinske značajke prozora,vrata i zaslona-Proračun koeficijenta prolaska topline-1.dio:Pojednostavljena metoda(10077-1:2000)	
HRN EN ISO 10211-1:20xx Toplinski mostovi u zgradarstvu-Toplinski mostovi i površinske temperature-Detaljni proračuni (ISO 10211:2007, EN ISO 10211:2007)	
HRN EN ISO 10456:20xx Toplinska izolacija-Građevni materijali i proizvodi-Određivanje nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti (ISO 10456:2007, EN ISO 10456:2007)	
HRN EN ISO 12524:2002 Građevni materijali i proizvodi-Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu-Tablice projektnih vrijednosti (EN 12524:2000)	
HRN EN ISO 13370:20xx Toplinske značajke zgrada-Prijenos topline preko tla-Metode proračuna (ISO 13370:2007, EN ISO 13370:2007)	
HRN EN ISO 13788:2002 Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu-Temperaturu unutarnje površine kojom se izbjegava	
kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija-Metode proračuna(ISO 13788:2001, EN ISO 13788:2001)	
HRN EN ISO 13789:20xx Toplinske značajke zgrada-Koeficijent (transmisijskih) prijenosnih toplinskih gubitaka-Metoda proračuna (ISO 13789:2007)	
HRN EN ISO 13790:2008 Energetska svojstva zgrada-Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora(EN ISO 13790:2008)	
HRN EN ISO 14683:20xx Toplinski mostovi u zgradarstvu-Linearni koeficijent prolaska topline-Pojednostavljena metoda i utvrđene vrijednosti(ISO 14683:2007)	

Slika 8. Peta stranica energetskeg certifikata BP Petrol u Poreču

Izvor: <http://www.riteh.eu/c/321/gccid/133/rg/41/Energetski-certifikat-Istra.wshtml>

## **2.4 Obaveze investitora, vlasnika i korisnika zgrade:**

Vlasnik (investitor) zgrade dužan je omogućiti nesmetano provođenje energetskeg pregleda i energetskeg certificiranja zgrade. Poslove energetskeg pregleda i energetskeg certificiranja zgrade provode za to ovlaštene osobe. Ovlaštenja izdaje Ministarstvo graditeljstva i poslovnog uređenja. Sve ovlaštene osobe ulaze u Registar. Ministarstvo graditeljstva i poslovnog uređenja ima i Registar izvješća o provedenim energetskeg pregledima zgrada i izdanim energetskeg certifikatima zgrada.

Vlasnik (investitor) javne zgrade treba i osigurati i arhitektonski snimak postojeće zgrade koji se isto podliježe energetskeg pregledu i energetskeg certificiranju.

Energetski certifikat moraju imati postojeće zgrade koje se prodaju iznajmljuju, daju u zakup ili leasing i mora biti dostupan na uvid kupcu, najmoprimcu ili zakupcu zgrade prije sklapanja ugovora o kupoprodaji, iznajmljivanju, zakupu ili leasingu. Kod prodaju kuće energetski certifikat je i sastavni dio kupoprodajnog ugovora. Postojeće zgrade morale su imati energetski certifikat najkasnije do dana ulaska Republike Hrvatske u članstvo Europske unije. Kod oglašavanja zgrade u oglasu se mora navesti energetski razred zgrade ili njezine samostalne uporabne cijeline.

Javno izloženi energetski certifikat moraju imati javne zgrade ili samostalne uporabne cijeline zgrada koji se koriste za javnu namjenu u zgradama mješovite namjene. Do kraja 2012. godine zgrade koje imaju veću korisnu površinu od 1000 m<sup>2</sup> morale su imati izdan i javno izložen energetski certifikat. Zgrade veće od 500 m<sup>2</sup> do kraja 2013. godine, a zgrade veće od 250 m<sup>2</sup> moraju imati izdan i javno izložen energetski certifikat do 09.07.2015. godine. Kazne za neprovođenje ovih zakonskih odredbi iznose od 10.000 kn do 150.000 kn.

## 2.5 Energetski pregledi:

Na temelju provedenog energetskog pregleda kojeg je provela ovlaštena osoba izdaje se energetski certifikat.

Postupkom energetskog pregleda utvrđuje se način iskorištavanja energije. Analiziraju se toplinske karakteristike vanjske ovojnice zgrade i karakteristike tehničkih sustava kako bi se utvrdila sama učinkovitost ili neučinkovitost sustava u potrošnji energije. Utvrđuju se i mjesta gdje su prisutni veliki gubici energije na vanjsko ovojnicu zgrade. Nakon analize donose se preporuke za racionalnije iskorištavanje energije i povećanje energetske učinkovitosti.

Energetski pregled zgrade sadrži:

- pripremne radnje,
- prikupljanje svih potrebnih podataka i informacija o zgradama koji su nužni za provođenje postupka energetskog certificiranja zgrade i određivanja energetskog razreda zgrade,
- provođenje kontrolnih mjerenja prema potrebi,
- analizu potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine,
- prijedlog mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti građevina odnosno za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koje su ekonomski opravdane s proračunom povratnog perioda povrata investicija i izvore cijena za provođenje predloženih mjera,
- izvješće i zaključak s preporukama i redoslijedom provedbe ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti građevine odnosno energetskih svojstava zgrade.

Tijekom provođenja postupka energetskog pregleda provode si i analize koje se odnose na.:

1. način gospodarenja energijom u građevini,
2. toplinske karakteristike vanjske ovojnice,
3. sustav grijanja,
4. sustav hlađenja,
5. sustav ventilacije i klimatizacije,

6. sustav za pripremu potrošnje tople vode,
7. sustav napajanja, razdiobe i potrošnje električne energije,
8. sustav električne rasvjete,
9. specifične podsustave (komprimirani zrak, elektromotorni pogoni i dr.),
10. sustav opskrbe vodom,
11. sustav mjerenja, regulacije i upravljanja,
12. alternativne sustave za opskrbu energijom.

Kod novih zgrada energetska certificiranja obvezno sadrži proračun energetske potrebe zgrade, proračun potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje za referentne klimatske podatke, određivanje energetskog razreda zgrade i izradu energetskog certifikata. Energetski certifikat nove zgrade izdaje se temeljem 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.

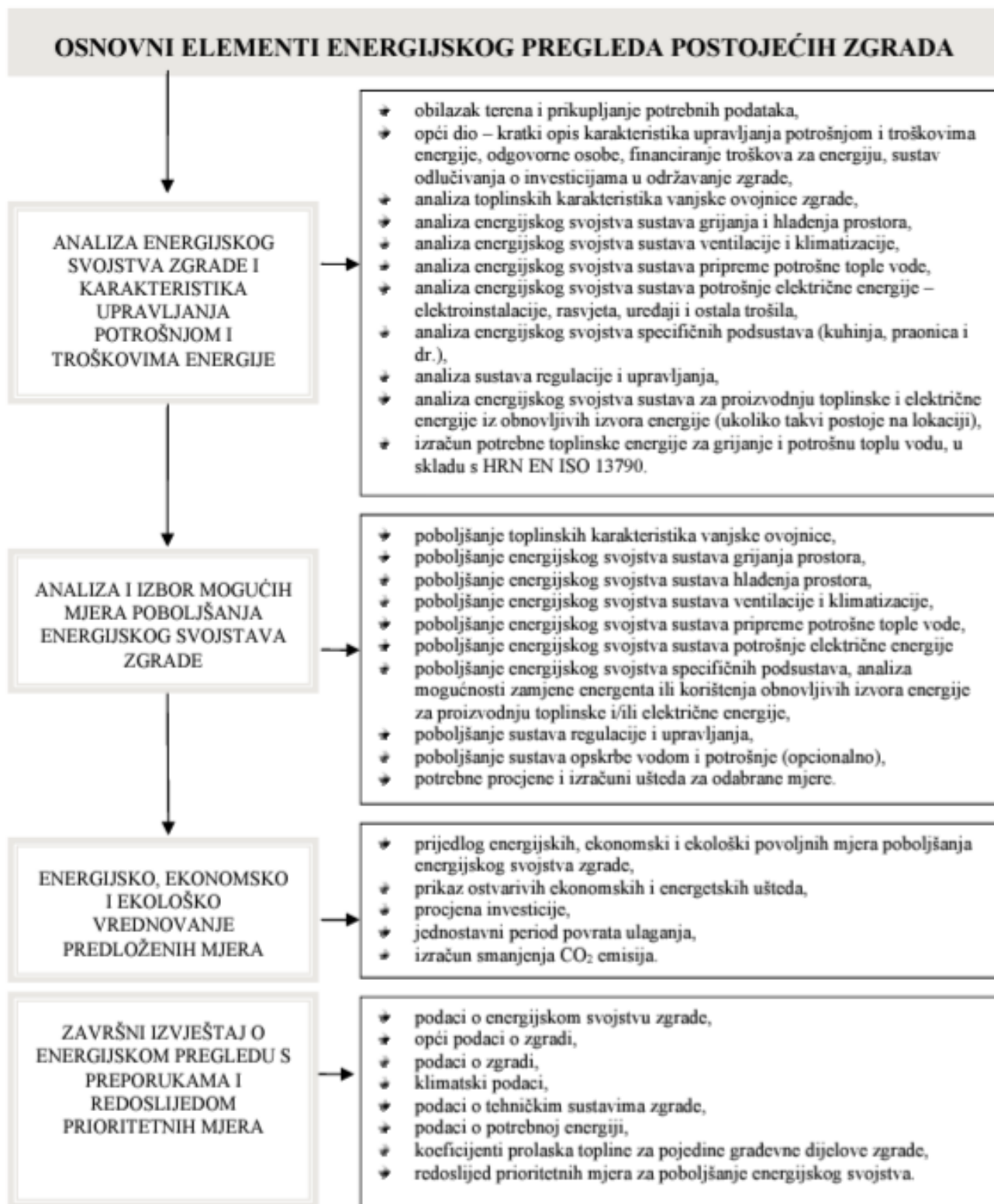
Kod postojećih zgrada energetska certificiranja obvezno uključuje:

1. energetski pregled građevine,
2. proračun energetske potrebe zgrade,
3. proračun potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje,
4. određivanje energetskog razreda zgrade i izradu energetskog certifikata.

Osnovni elementi energetskih pregleda postojećih zgrada za potrebe energetskog certificiranja jesu (slika 9):

- analiza toplinskih karakteristika i određivanje energetskog svojstva zgrade te karakteristika upravljanja uporabom i troškovima energije,
- analiza i izbor mogućih mjera poboljšanja energetskog svojstva zgrade,
- energetsko, ekonomsko i ekološko vrednovanje predloženih mjera,
- završni izvještaj o energetskom pregledu s preporukama i redoslijedom prioritarnih mjera.





Slika 9. Osnovni elementi energetskeg pregleda postojećih zgrada

Izvor: Dunja Milukić, Nina Štirmer, Bojan Milovanović, Ivana Banjad Pečur; Energijsko certificiranje zgrada; časopis Građevinar, br 62; 2010. Godina

Tek nakon prikupljanja osnovnih podataka o zgradi možemo početi s energetskim pregledom. Od građevnih dijelova vanjske ovojnice do energijskih sustava i uređaja, sve je potrebno pregledati i analizirati. Kako bi se lakše utvrdili nedostaci možemo se služiti i mjerenjima koja su vrlo korisna, ali nisu obavezna u energetskim pregledima. Te samim time možemo bolje ustanoviti gubitke energije i dati bolje preporuke za uštedu energije

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.

### **2.5.1 Određivanje propusnosti zraka zgrada (test propusnosti puhalom, „blower door test“)**

Prema zahtjevima Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, zgrada na kojoj se vrši ova metoda mora biti tako projektirana i izgrađena da građevni dijelovi i prozirni elementi koji čine ovojnicu grijanog prostora moraju biti zrakonepropusni.

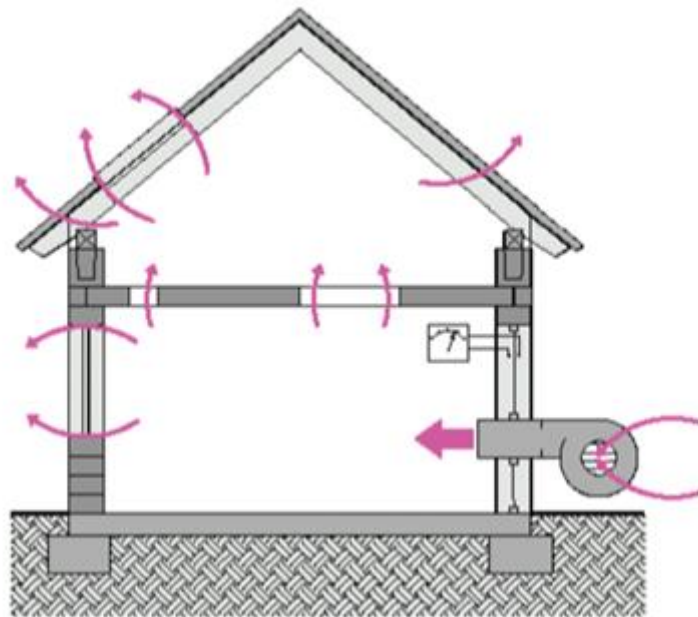
Ovom metodom određujemo propusnost zraka ovojnice cijelih zgrada ili njezinih zasebnih cijelina.

Blower door test metoda koristi se:

- 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.

Pomoću testa propusnosti puhalom možemo stvoriti nadtlak u zgradi i time mjerimo tok zraka kroz građevni dio vanjske ovojnice prema van, a možemo stvoriti i podtlak u zgradi i time mjerimo tok zraka kroz građevni dio vanjske ovojnice prema unutra (slika 10). Idealni uvjeti za mjerenje su male razlike u temperaturi i male brzine vjetra.



**Slika 10. Određivanje propusnosti zraka kod zgrada**

Izvor: Dunja Milukić, Nina Štirmer, Bojan Milovanović, Ivana Banjad Pečur; Energijsko certificiranje zgrada; časopis Građevinar, br 62; 2010. godina

Ispitivanje se provodi na dva načina:

- 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.

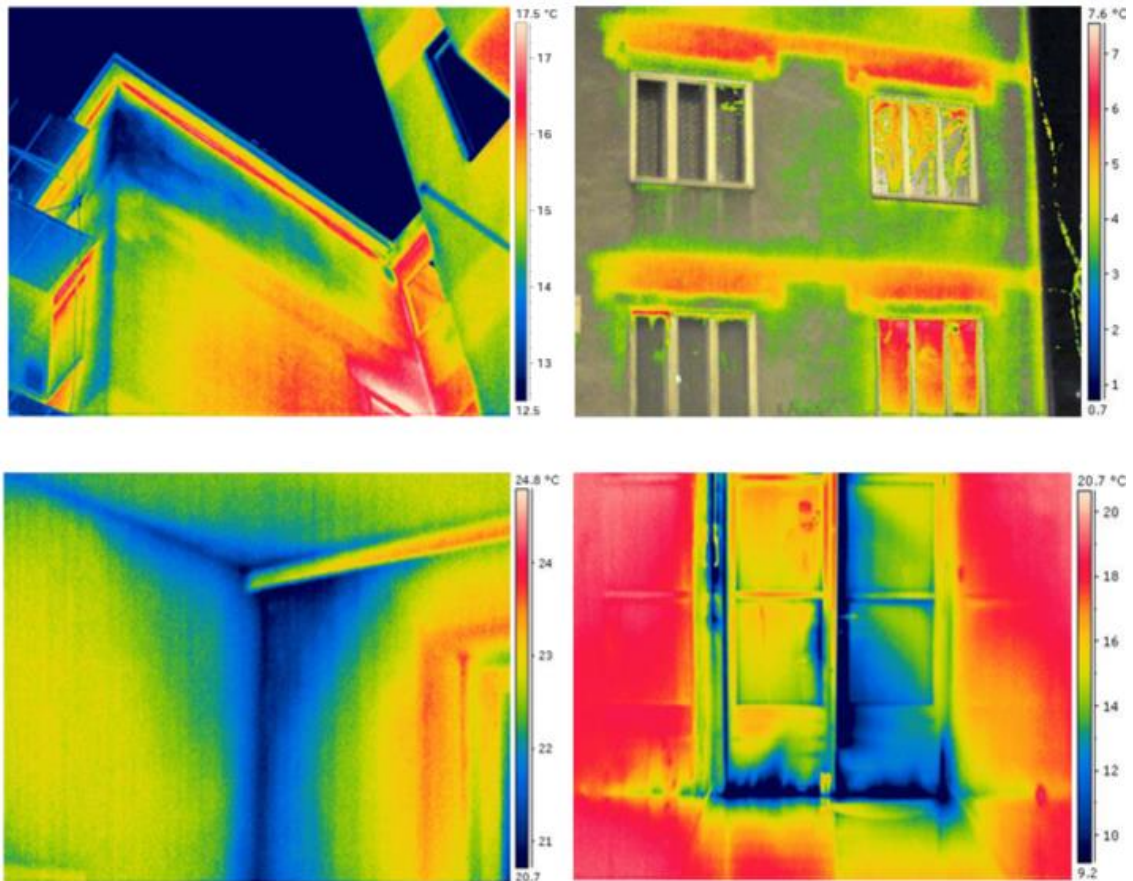
Ovom metodom na jednostavan način određujemo stanje zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade. Provodi se obavezno prema članku 23 Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, na svim novim zgradama.

Test propusnosti puhalom se provodi tako da se uređaj sa ventilatorom privremeno ugradi na vrata zgrade ili prostora na kojem se provodi testiranje. Ventilator konstantno isisava zrak iz prostora na minimalno 5 različitih tlakova u rasponu od 10 do 70 Pa. Najniži tlak je razlika između tlaka unutar ispitivane zgrade ili prostora i tlaka vanjskog prostora. Nakon završetka mjerenja podtlaka, isti postupak mjerenje se provodi sa nadtlakom. Konačni rezultat mjerenja je srednja vrijednost između podtlaka i nadtlaka ispitivane zgrade ili prostora. Ukoliko rezultat ispitivanja nije zadovoljavajući, tada se zgrada ili prostor kojeg se mjeri drži konstantno na podtlaku od 50 Pa te se lociraju mjesta koja propuštaju te se brtve odgovarajućim materijalom.

### **2.5.2 Metoda infracrvene termografije**

Infracrvena termografija je bezkontaktna metoda mjerenja intenziteta zračenja (topline) sa površine tijela.

Ako iz postojeće dokumentacije zgrade i samim pregledom zgrade ne možemo sa sigurnošću odrediti sastav građevnih dijeova vanjske ovojnice zgrade, onda se uz pretpostavku uzima da su građevni dijelovi vanjske ovojnice karakteristični za razdoblje gradnje i uzimaju se pripadajući koeficijent propusnosti topline ( $U$ , tablica 1). Zbog nesigurnosti i pretpostavki preporuča se i provođenje dodatnih mjerenja infracrvenom tehnologijom (slika 11), dodatnim mjerenjem potvrđujemo ili negiramo pretpostavke uvezi građevnog materijala te otkrivamo eventualne napravnosti građevnih dijelova te gubitak energije.



Slika 11. Termogrami vanjske ovojnice zgrade

Izvor: Dunja Milukić, Nina Štirmer, Bojan Milovanović, Ivana Banjad Pečur; Energijsko certificiranje zgrada; časopis Građevinar, br 62; 2010. Godina

Sukladno normi HRN EN 13187:2000, primjenom termografskih mjerenja, možemo brzo i učinkovito utvrditi nepravilnost u toplinskoj slici. Te nepravilnosti nastaju zbog neispravne toplinske izolacije, postojanju vlažnih područja ili mjesta zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade. Norma HRN EN 13187:2000 definira kvalitativnu metodu termografskih pregleda 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

### 2.5.3 Proračun energetske potrebe zgrada

Kod izrade proračuna energetske potrebe zgrada treba uzeti u obzir slijedeće faktore:

- toplinski kapacitet,
- izolacija,
- pasivno grijanje,
- rashladni elementi,
- toplinski mostovi,
- instalaciju za grijanje i opskrbu toplom vodom, uključujući njihove izolacijske karakteristike,
- instalacije klimatizacije,
- prirodnu i mehaničku ventilaciju, što može obuhvaćati i nepropusnost za zrak,
- ugrađenu rasvjetnu instalaciju (uglavnom u nestambenom sektoru),
- izvedbu, položaj i orijentaciju zgrade, uključujući projektiranu klimu u zatvorenom prostoru,
- pasivne solarne sustave i solarnu zaštitu,
- klimatske uvjete u zatvorenom prostoru, uključujući projektiranu klimu u zatvorenom prostoru,
- unutrašnja opterećenja.

Ako je važno za izračun treba voditi računa i o pozitivnom utjecaju slijedećih faktora:

- lokalnih uvjeta izloženosti sunčevom svjetlu, aktivnih solarnih sustava i ostalih sustava grijanja i opskrbe strujom na temelju energije iz obnovljivih izvora,
- struje proizvedene kogeneracijom,
- sustava daljinskog ili centralnog grijanja i hlađenja,
- prirodno osvjetljenje.

#### 2.5.4 Proračun potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) je količina topline, koja je računski određena, koju sustav grijanja treba dovesti u zgradu tijekom jedne godine za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.

Izračunava se prema formuli:

$$Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \text{ (kWh)}$$

$Q_{H,nd,cont}$  – potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu (kWh)

$Q_{H,ht}$  – ukupno izmjenjena toplinska energija u periodu grijanja (kWh)

$Q_{H,gn}$  – ukupni toplinski dobitci zgrade u periodu grijanja (ljudi, uređaji, rasvijeta i sunčevo zračenje) (kWh)

$\eta_{H,gn}$  – faktor iskorištenja toplinskih dobitaka (-).

Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje ( $Q_{C,nd}$ ) je računski određena toplinska energija koju sustav hlađenja treba dovesti u zgradu tijekom jedne godine za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja hlađenja zgrade.

Izračunava se prema formuli:

$$Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht} \text{ (kWh)}$$

$Q_{C,nd,cont}$  – potrebna toplinska energija za hlađenje pri kontinuiranom radu (kWh)

$Q_{C,gn}$  – ukupni toplinski dobitci zgrade u periodu hlađenja (ljudi, rasvijeta, uređaji, solarni dobitci) (kWh)

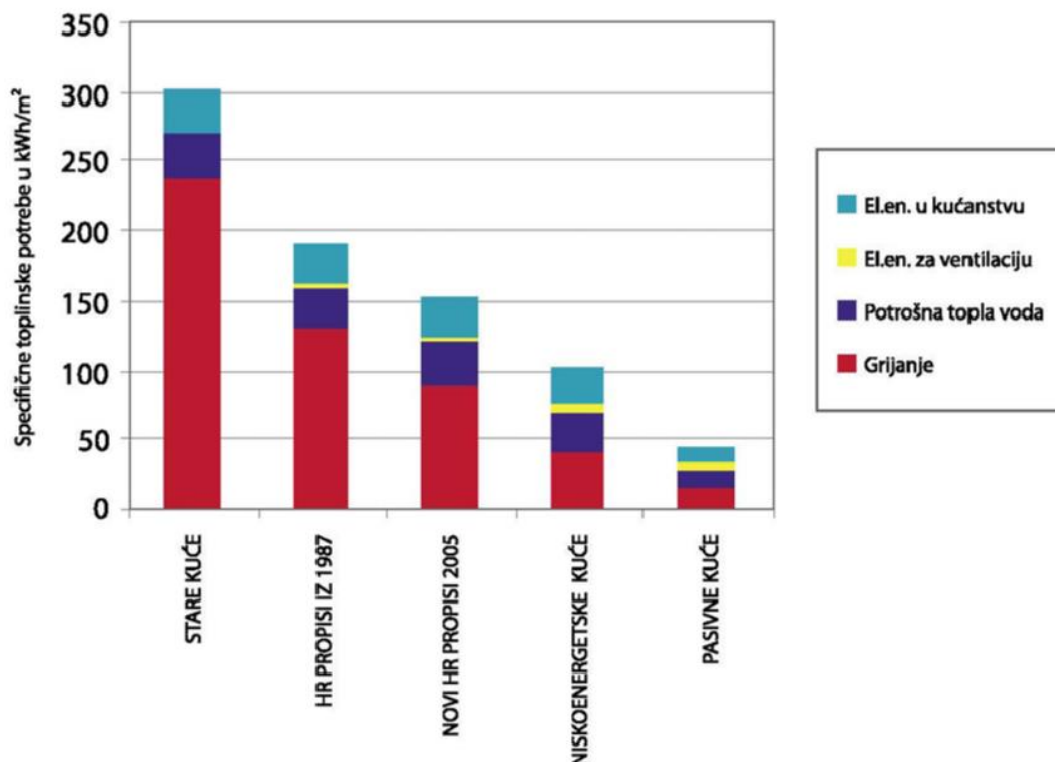
$Q_{C,ht}$  – ukupno izmjenjena toplinska energija u periodu hlađenja (kWh)

$\eta_{C,ls}$  – faktor iskorištenja toplinskih gubitaka hlađenja (-).

### 3. Energetski standardi kuća

U svijetu sve više raste odgovornost prema okolišu i prema prirodi u kojoj živimo. Biti što manje energetski ovisan od temeljne je važnosti u planiranju i projektiranju energetski učinkovite gradnje. Biti što manje energetski ovisan znači znatne uštede na troškovima za grijanje i hlađenje, smanjenje CO<sub>2</sub> u atmosferi i veću ugodnost življenja te dulji vijek života zgrade.

Usporedba karakteristika budućih, a postojećih zgrada moguće je samo uvođenjem energetskih certifikata za zgrade. Starije kuće troše od 200 do 280 kWh/m<sup>2</sup> godišnje energije za grijanje, standardno izolirane kuće ispod 100 kWh/m<sup>2</sup>, suvremene niskoenergetske kuće oko 30 kWh/m<sup>2</sup>, a pasivne kuće 15kWh/m<sup>2</sup> (slika 12). Stoga cilj energetske certifikacije je ušteda energije i zaštita okoliša te stvoriti preduvjete za sistematsku sanaciju i rekonstrukciju postojećih zgrada, te obavezno povećanje toplinske zaštite novih zgrada.

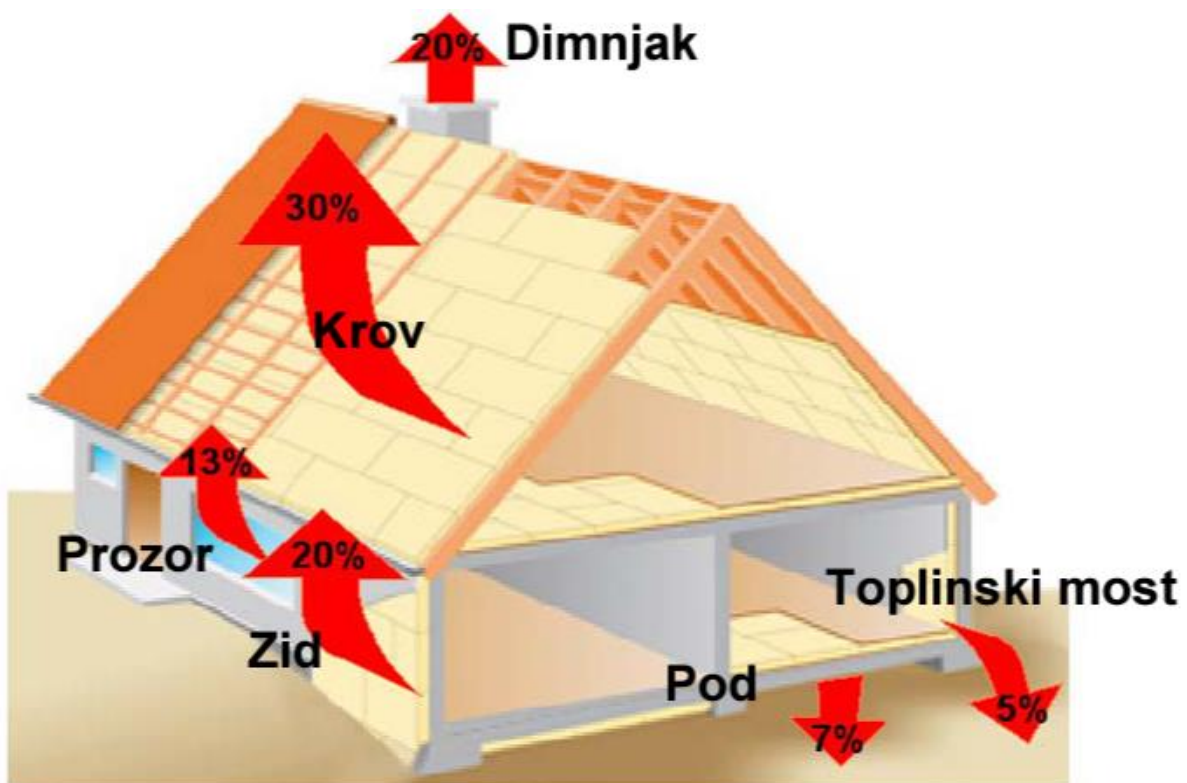


Slika 12. Specifične toplinske potrebe – od starih kuća do suvremenih pasivnih kuća

Izvor: <http://www.pasivna-kuca.info/gradnja/37-gradnja-pasivne-kuce/137-obicna-niskoenergetska-ili-pasivna-kuca.html>



Veliku ulogu u količini potrebne energije ima orijentacija kuće, oblik, klimatski uvjeti, materijal građe te nivo vanjske toplinske izolacije. Godišnja potrebana toplinska energija računski je određena količina topline koja je potrebna sustavu grijanja tijekom jedne godine da održi unutarnju projektnu temperaturu zgrade. Najviše se energije utoši na grijanje i to 50 do 60 % ukupnih energetske potreba zgrade. Kako bi se izračunalo godišnju količinu energije bitan je koeficijent prolaska topline kroz vanjski građevni materijal zgrade ( $U$  [ $W/m^2K$ ]). Toplinski gubici ovisi o građevnom materijalu zgrade i što je koeficijent prolaska topline kroz materijal ( $U$  [ $W/m^2K$ ]) manji to su toplinski gubici manji. Od ukupnih gubitaka topline, gubici kroz vanjski zid i prozore, čine oko 70 % od ukupnih gubitaka u zgradi (slika 13).



Slika 13. Gubici topline

Izvor: <http://www.pasivna-kuca.info/gradnja/37-gradnja-pasivne-kuce/137-obicna-niskoenergetska-ili-pasivna-kuca.html>

Zbog promjene materijala, debljine ili geometrijskog oblika građe dolazi do toplinskog mosta kroz kojeg je toplinski tok povećan. Kod toplinskog mosta povećana je opasnost od kondenzacije vodena pare jer je temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja nego na ostaloj površini zbog smanjenog otpora toplinske propustljivosti u odnosu na tipičan presjek konstrukcije. Da izbjegnemo toplinski most potrebno je ugraditi bolju toplinsku izolaciju niske toplinske provodljivosti, odnosno visokog toplinskog otpora. Samo boljom toplinskom izolacijom vanjske ovojnice zgrade možemo smanjiti račune za grijanje od 50 do 80%.

Iz svega navedenog dolazimo do zaključka da je pri gradnji nove zgrade od samog početka važno znati kako smanjiti potrošnju energije da se dobije kvalitetna i optimalna energetska efikasna zgrada.

Novu kuću možemo svrstati u tri kategorije:

- standardno izolirana kuća (obična kuća),
- niskoenergetska kuća,
- pasivna kuća.

Naziv niskoenergetska kuća i pasivna kuća ne označava način gradnje već potrošnju energije.

### **3.1 Standardno izolirana kuća (Obična kuća)**

Standardno izolirana kuća je kuća kojoj godišnje potrebne energije za grijanje iznosi od 80 do 100 kWh/m<sup>2</sup>. Ovakav tip kuće na grijanje troši otprilike otprilike 9 lit/m<sup>2</sup> godišnje lož ulja, 9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> godišnje prirodnog plina ili 18 kg/m<sup>2</sup> godišnje drvenih peleta.

### **3.2 Niskoenergetska kuća**

Niskoenergetska kuća je kuća kojoj godišnja potrebna energija za grijanje ne prelazi 30 kWh/m<sup>2</sup>. Ovakav tip kuće na grijanje troši otprilike 3 lit/m<sup>2</sup> godišnje lož ulja, 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> godišnje prirodnog plina ili 6 kg/m<sup>2</sup> godišnje drvenih peleta. Niskoenergetska kuća smanjuje toplinske gubitke na sljedeći način:

- orijentacija kuće na jug,
- odvajanje toplinskih zona kuće (dnevna soba prema jugu, ostave na sjever),
- kompaktna gradnja,
- vrlo dobra izolacija cijelog oplošja kuće,
- prozori sa 3-slojnim staklom,
- niskotemperaturni sustav grijanja,
- kontrolirana ventilacija prostorija sa rekuperacijom.

Kako bi povećali dobitke niskoenergetske kuće preporuča se:

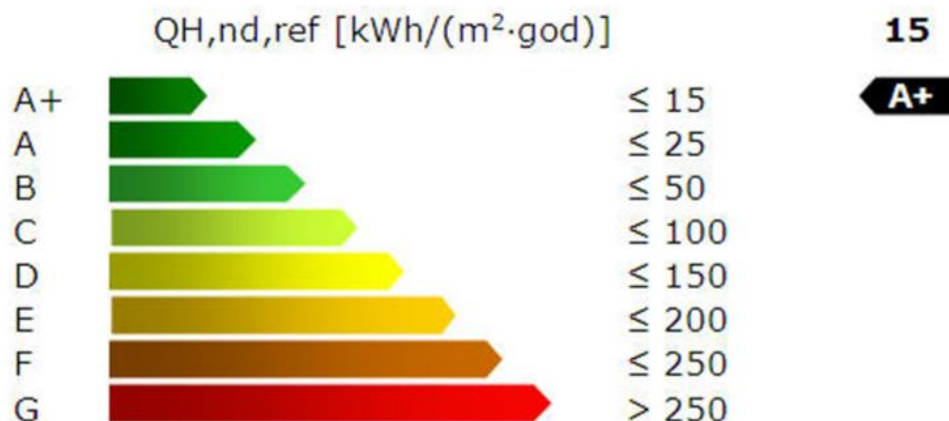
- aktivno korištenje sunčeve energije pomoću solarnih toplovodnih kolektora (topla voda) i fotonaponskih kolektora (struja),
- pasivno korištenje sunčeve energije preko velikih staklenih ploha okrenutih na jug.

### **3.3 Pasivna kuća**

Pasivna kuća je kuća kojoj godišnja potrebna energija za grijanje ne prelazi 15 kWh/m<sup>2</sup> (slika 14). Pasivna kuća označava standard kuće kod kojeg je zimi kao i ljeti osigurana najviša mjera udobnosti bez aktivnog sistema grijanja. Omot kuće mora biti termički optimiran, ne smije imati toplinski most i nepropustljiv za zrak. Koriste se specijalni prozori i visoko učinkovito prozračivanje s povratom topline i trajnim zračenjem čitave kuće. Ovakav tip kuće godišnje na grijanje potroši 1,5 lit/m<sup>2</sup> godišnje lož ulja, 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> godišnje prirodnog plina ili 3 kg/m<sup>2</sup> godišnje drvenih peleta. Pasivne kuće potrbu za toplinom namiruju preko softificiranog sustava ventilacije sa rekuperacijom i dizalicom topline i samim time nema potrebu za konvencionalni sustav grijanja.

Osnovne razlike između niskoenergetske i pasivne kuće su:

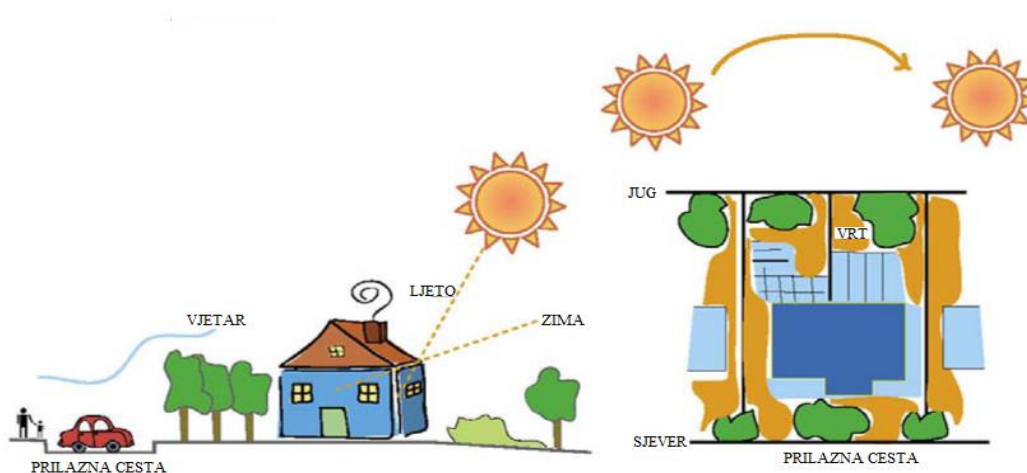
- vrlo debela izolacija oplošja kuće,
- kontrolirana ventilacija sa rekuperacijom i mogućnošću dogrijavanja,
- prozori sa 3-slojnim staklom punjenim plinom,
- nepostojanje konvencionalnog sustava grijanja zbog vrlo niskih toplinskih gubitaka.



Slika 14. Certifikat pasivne kuće A+

Izvor: <http://www.pasivna-kuca.info/gradnja/37-gradnja-pasivne-kuce/137-obicna-niskoenergetska-ili-pasivna-kuca.html>

Za izgradnju niskoenergetske ili pasivne kuće karakteristike energetski efikasne gradnje treba uključiti u projektiranje čim prije. Treba odabrati i najpovoljniju lokaciju. Lokacija bi trebala biti izložena suncu i zaštićena od jakih vjetrova i nepovoljnih vremenskih uvjeta. Kuću bi bilo dobro što više otvoriti prema jugu, a prema sjeveru zatvoriti. Zelenilo oko kuće štiti je od jakog ljetnog sunca. Treba projektirati prostorije tako da prostori slične temperature budu blizu, dnevne prostore prema jugu, a pomoćne prostore prema sjeveru (slika 15).



Slika 15. Odabir lokacije kuće

Izvor: <http://www.pasivna-kuca.info/gradnja/37-gradnja-pasivne-kuce/137-obicna-niskoenergetska-ili-pasivna-kuca.html>

**Tabela 2. Usporedba cijena za godišnju potrebu lož ulja i peleta kod standardno izolirane, niskoenergetske i pasivne kuće**

Potrošnja za 100 m <sup>2</sup>	godišnje litara lož ulja	godišnje kg peleta	cijena godišnje lož ulja	cijena godišnje peleta
Standardno izolirana kuća (Obična kuća)	900	1800	5.058,00 kn	3.420,00 kn
Niskoenergetska kuća	300	600	1.686,00 kn	1.140,00 kn
Pasivna kuća	150	300	843,00 kn	570,00 kn

(Cijena lož ulja 5,62 kn/lit, cijena peleta 1,90 nk/kg)

Iz tabela 2 jasno se vide uštede na niskoenergetskim i pasivnim kućama u odnosu na standardno izolirane (obične) kuće.

## **4. Pametna kuća „Smart house“**

Neprestani napredak tehnologije doveo je i do napretka takozvanih pametnih kuća. Ova vrsta tehnologije još uvijek je nepoznata brojnim ljudima diljem Zemlje. Da bi ova tehnologija više zaživjela i postala pristupačnija moramo odabrati univerzalni, prilagodljivi, ne pretjerano skup način upravljanja pametnih kuća. Istaživanje je pokazalo da je najbolji način upravljanja opcija pametnih pokretnih uređaja koji bi trebali zamjeniti glomazne daljinske upravljače koji sliže za upravljanje pametne kuće.

Pametno upravljanje kućom nije samo pametno upravljanje rasvijete, grijanja ili multimedije, već je to tehnologija koja povezuje i upravlja kompletnim sustavom elektronike u Vašem domu. Upravljanje se vrši pomoću korisničkog sučelja koji je izuzetno jednostavno za uporabu.

### **4.1 Definicija pametne kuće**

Postoje mnoga tumačenja definicije pametne kuće, također poznate kao domotika. Domotika (engl. Domotics) je složenica riječi domus i robotika (engl. Robotics). To je kuća sa sustavom senzora (osjetila) i aktuatora (izvršnih uređaja) povezanih u samostalni sustav koji automatski obavlja svoju unaprijed zadanu funkciju ili svoje djelovanje prilagođava novonastalim uvjetima.

Pametna kuća ima jedinstven sustav u kojem su rasvjeta, grijanje, hlađenje, sigurnosni sustav, multimedija i cijelokupna elektronika povezani skupa. Cijelokupni sustavom upravlja se pomoću univerzalnog daljinskog upravljača mobitela, tableta ili zidnog ekrana na dodir. Jednim SMS-om ili e-mail-om možemo kontrolirati grijanje, hlađenje, sigurnosnim sustavom ili rasvjetom. Tako svoju pametnu kuću možemo zagrijati ili ohladiti prije dolaska u nju. Time štedimo energiju i ne odričemo se udobnosti.

Sigurnost u pametnoj kući je na najvišoj razini. Svoj dom možete u svakom trenutku provjeriti putem sigurnosnih kamera. U slučaju požara, curenja plina ili vode sustav će Vam to odmah dojaviti. Uz sve ove mogućnosti pametna kuća može podesiti svijetla, glazbu, zalijevati vrt te tako glumiti Vas i Vaše navike kao da ste doma.

Glavne odlike pametne kuće su:

- visoki komfor,
- sigurnost,
- ušteda energije,
- inteligentno izvršavanje svakodnevnih kućanskih zadataka i rasterećenje korisnika,
- općenito podizanje životnog ambijenta na udobniju i ljepšu razinu.

#### **4.2 Pametna kuća – kuća budućnosti**

Budilica zvonu u rano, hladno zimsko jutro. Svjetla se polagano pale, kupaonica se zagrijava, a kava samo što nije kuhana, na radiju Vaša omiljena pjesma ili radio stanica, a Vi samo morate ustati iz kreveta.

Idete na odmor nekoliko dana. Samo jednim pritiskom na tipku pametna kuća preuzima brigu o Vašem domu. Alarm je uključen, nepotrebni uređaji se gase. Pametna kuća počinje sa imitacijom Vaših navika kojih lopovi prate. O bilo kakvom neželjenom događaju obavještava Vas istog trena. Prije povratka doma namjestite željenu temperaturu, skuhaite kavu ili spremite kupaonu za finu toplu kupku.

Legnete u krevet i kaži te „Laku noć!“ Rolete se počnu polagano spuštati, svjetla se gase i svi nepotrebni uređaji se gase, uključuje se alarm, a Vi možete mirno utonuti u san.

#### **4.3 Mogućnosti pametne kuće**

##### Sigurnost:

Dok boravite u kući ili ste izvan nje pametna kuća Vas čini sigurnima. Integrirani sustav osiguranja pokriva sve prostorije kuće sensorima koji detektiraju razne opasnosti za stanovnike kuće. Sigurnosni podsustav može izvršavati razne unaprijed programirane radnje. U slučaju bolesti člana kućanstva automatski pozvati medicinsku pomoć. Automatski paliti svjetla u slučaju pokušaja provale i trenutno Vas obavijestiti o tome nalazili se vi u kući ili izvan nje. Mogućnost osiguranja u pametnoj kući je velika jer je sigurnosni sustav integriran u cijeloj kući. Zbog

ugradbenog računala koji komunicira s ostalim računalima i kontrolnim pločama u kućanstvu stvara integriranu mrežu.

#### Automatsko osvjetljenje:

Automatsko osvjetljenje obuhvaća automatso paljenje i gašenje, te pojačavanje i smanjivanje razine svjetla. Može obuhvaćati samo jednu prostoriju ili cijelu kuću iznutra i izvana. Automatsko osvjetljenje se koristi radi poboljšanja kvalitete življenja te radi smanjenje potrošnje električne energije. U kaćanstvima bez automatskog osvjetljenja najveća ušteda postiže se tako da gasimo svjetla u onim prostorijama u kojima ne boravimo, ali to se najčešće zaboravlja pa svjetla gore i tamo gdje ne treba. Ugradnjom automatskog osvjetljenja sustav sam pali i gasi ili prigušuje svjetla. Napredniji sustavi određuju jačinu svjetla ovisno o sunčevom osvjetljenju i dobi dana te tako dodatno štede energiju. Postoje tri osnovna načina kontrole osvjetljenja:

- kontrola vremenskim ograničenjem,
- kontrola i ovisnosti o jačini dnevnog svjetla,
- kontrola prisutnosti osobe u prostoriji.

Kako bi detektirali prisustvo osobe u prostoriji koriste se senzori sa infracrvenim ili ultrazvučnim detektorima. Senzori sa infracrvenim detektorima koriste se za otvorenije prostore, a sa ultrazvučnim detektorima za zatvorenije prostore s pregradama i raznim objektima koji mogu smetati infracrvenim detektorima.

Kod automatskog osvjetljenja koriste se i pametne rolete. One se mogu upravljati automatski ili ručno. Kod ručnog upravljanja pametne rolete se upravljaju pomoću daljinskog upravljača, dok kod automatskog upravljanja pametne rolete koriste senzore koji mjere razinu sunčevog zračenja, temperaturu, brzinu vijetra ili kiše te samim time se same određuju kolika je potrebna svjetlost koju trebaju propustiti. Samim time zimi po noći pametne rolete bi se morale spustiti, a po danu dizati ovisno o količini dnevnog svjetla. Ljeti bi se morale danju spuštati, a noću dizati radi prozračivanje kuće.



### Upravljanje uređajima:

Pametna kuća može upravljati svim uređajima u kući. Od onih koji se nalaze unutar kuće (caffe aparat, bojler, toster, perilica rublja, perilica suđa, audio i video uređaja...) te onih koji se nalaze izvan kuće (garažna vrata, kapija, navodnjavanje, bazen...).

#### Multimedijski centar:

Kod pametne kuće audio i video uređajima možemo upravljati iz bilo kojeg dijela kuće. Uređaju za reprodukciju najčešće su skriveni u jednoj prostoriji dok su zvučnici i monitori postavljeni po cijeloj kući. Višesobni sustav omogućuje korisniku da u određenoj prostoriji ima određenu jačinu zvuka ili tv progrma i tako omogućuje stvaranje različitih scena u različitim prostorijama.

#### Kontrola okućnice:

Osim unutrašnjosti kuće pametna kuća ima mogućnost i kontrolu okućnice. Tako možemo jednim pritiskom na gumb isprazniti ili napuniti bazen, uključiti navodnjavanje ili vanjsku rasvjetu.

### Video nadzor:

Pomoću postavljenih kamera u samoj kući i okolo nje možemo u bilo kojem trenutku viditi šta se u kući i okolo nje dešava. Bili mi u kući ili na dalekom putovanju pomoću interneta možemo joj pristupiti u bilo kojem trenutku.

### HVAC:

Heating, Ventilation, Air-Conditioning (HVAC) što bi na hrvatskom značilo grijanje, ventilacija, hlađenje. Ove tri radnje usko su povezane i potrebne su svakom kućanstvu. HVAC se brine za održavanje željene temperature, dovođenje potrebnog svježeg zraka te reguliranje vlažnosti. Pruža ugodniji boravak u kući te smanjuje rizik od bolesti. Nakon odabira željene temperature HVAC pomoću grijanja ili hlađenja održava tu željenu temperaturu. Preko ventilacije HVAC dovodi svježiji zrak i kisik te odvodi ugljični monoksid i vlagu koja je pogodna za stvaranje različitih gljivica i bakterija.

Pametna kuća ima neograničenu mogućnost programiranja i kreiranja događaja pomoću senzora kojima prikuplja podatke koji su joj potrebni, npr. gledanje filma, party, romantična večera, detekcija pokreta, simulacija našeg prisustava nakon izlaska, dobro jutro, laku noć..

Komponente pametne kuće su:

- senzori – pomoću njih prikuplja podatke o stanju kuće i okoline
- sučelja prema ljudima – omogućuju ljudima informacije i upravljanje kućom
- sučelja prema okolini – prikupljaju podatke iz globalnog svijetskog okruženja i interakciju s drugim sustavima koji nisu u neposrednoj blizini (policija, bolnica, meteorologija)
- sustavi automatskog upravljanja i regulacije – provode pravila koji zadaju ljudi ili „inteligentni algoritmi“
- „inteligentni algoritmi“ – su algoritmi koji predviđaju događaje, ponašanje ljudi, potrebe i želje ljudi te sami donose odluke.

#### 4.4 Postojeći protokoli u automatizaciji kućanstva

Kako bi pametna kuća funkcionirala moramo odrediti pravila kako će kuća komunicirati s ostalim uređajima u kući (kladnjak, luster, TV, radio...). Skup takvih pravila naziva se protokol (slika 16).



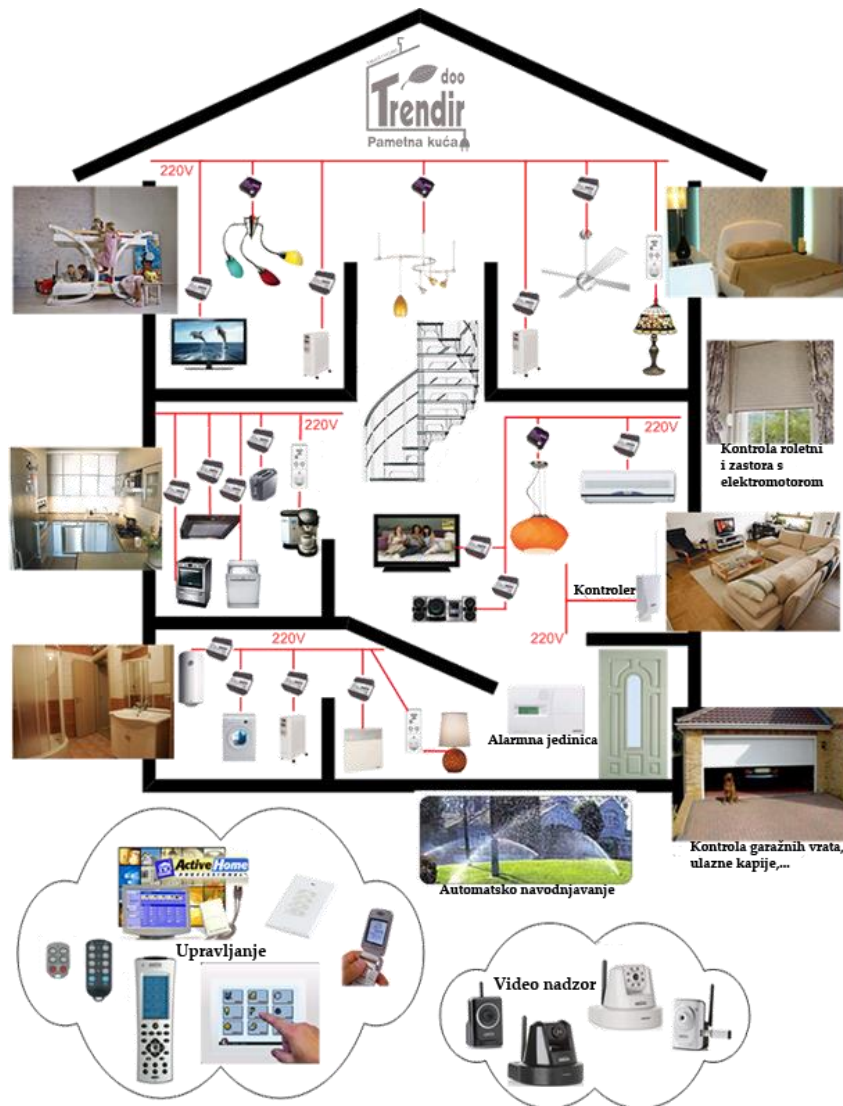
Slika 16. Prikaz korištenih protokola u kućnoj automatizaciji u svijetu

Izvor: [http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric\\_PametnaKuca.pdf](http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric_PametnaKuca.pdf)

#### 4.4.1 X-10

X-10 je prvi takav protokol koji je nastao 70-tih godina prošlog stoljeća. Dobio je naziv po tome što je bio pod rednim brojem 10 škotske tvrtke Pico Electronic Lid koja ga je izrađivala za BSR (British Sound Reproduction). Cilj mu je bio bežično daljinsko upravljanje njihovim komponentama. Prva prezentacija X-10 proizvoda održana je 1987. godine u New Yorku. Tada su SAD bile najzanimljivije i najprofitabilnije tržište.

X-10 kompatibilni proizvodi ne zahtijevaju veliku popratnu infrastrukturu i namjenjeni su za široke mase. Princip rada je vrlo jednostavan, a komunikacija uređaja vrši se preko postojeće elektroenergetske mreže. Uređaji komuniciraju preko odašiljača i prijemnika. Informacija koji šaljemo ima frekvenciju od 120 kHz i sastoji se od 8 bitova (jedan prolazak sinusoide kroz nulu prestavlja jedan bit) i ukomponiran je u val nosilac, a to je sinus 50 Hz gradske mreže. Kod X-10 protokola maksimalno možemo adresirati 256 uređaja koji mogu raditi jedan neovisno o drugom. Ako više uređaja ima istu adresu i rade paralelno iste radnje onda možemo imati i više uređaja u sustavu (slika 17).



Slika 17. Implementacija X10 protokola u postojeće instalacije

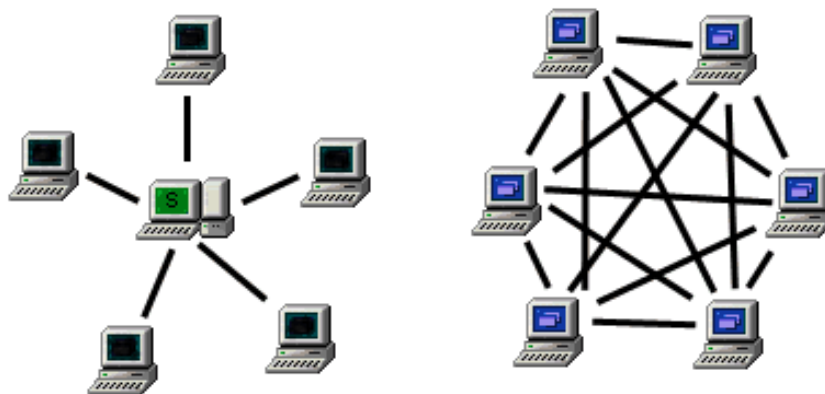
Izvor: <http://www.pametna-kuca.ba/>

Jeftina implementacija zbog korištenja postojećih elektroenergetskih instalacija, jednostavnost same instalacije i tridesetogodišnja dominacije na tržištu daju veliku prednost X-10 protokolu. Kućanski aparati sa elektromotorima mogu predstavljati problem jer unose smetnju (šum) u napon gradske mreže te samim time prijamnik može pogrešno detektirati signal. Problem mogu biti i uređaji poput računala koji rade na posebno ugrađenim naponima napajanja podešenim prefiltrima. Oni pokušavaju isfiltrirati (ispraviti) upravljački X-10 signal. Ovakvi problemi se rješavaju pomoću raznih filtera za šum, a problemi koji nastaju zbog faznih pomaka rješavaju se pomoću „couplera“.

#### 4.4.2 LONworks

Tvrtka Echelon je osnivač LONworks protokola. Jedna od najnovijih protokola koji se prvenstveno koriste u inteligentnoj gradnji (industriji), ali sve češće se koristi u kućnoj automatizaciji.

Uređaji povezani LONworks mrežom mogu komunicirati preko različitih medija. To mogu biti uparena parica, gradska mreža, koaksijalni kabel ili optička vlakna. Komunikacija između uređaja zasniva se na „peer to peer“ komunikaciji, što znači da bilo koja dva uređaja mogu komunicirati jedan s drugim direktno sa jednakim ovlastima. Kod komunikacije preko servera gdje dva uređaja ne mogu komunicirati direktno jedan sa drugim, već samo preko servera, kod prenatrpanosti podataka server postaje usko grlo, a to kod komunikacije „peer to peer“ ne može biti slučaj (slika 18).



Slika 18. Primjer serverom upravljane mreže i p2p mreže

Izvor: [http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric\\_PametnaKuca.pdf](http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric_PametnaKuca.pdf)

Brzina komunikacije u LONworks-u ovisi o mediju i dostiže 1.25 Mbps na uparenim paricama. LONworks sustavi mogu koristiti različite kanale na istim ili različitim medijima i ti kanali su međusobno povezani pomoću LONworks usmjerivača. Domena LONworks-a je skup čvorova jednog ili više kanala. Domenu možemo podijeliti na 127 podmreža, a svka podmreža sadrži 256 čvorova. Jedan čvor može biti u više podmreža samo ako je u svakoj definiran. Samim time u LONworksu možemo spojiti 33485 uređaja.

#### **4.4.3 CEBus**

Consumer Electronic Bus nastao je krajem 80-tih godina prošlog stoljeća kao konkurenčija do tada jedinom postojećem protokolu, X-10 protokol. CEBus od X-10 protokola ima više mogućnosti i bolje karakteristike. U CEBus protokolu komunikacija između uređaja zasnovana se na „peer to peer“. Samim time uređaji mogu direktno komunicirati jedan sa drugim. Mediji koji se koriste za prijenos informacija mogu biti gradska mreža, uparena parica, koaksijalni kabel, optička vlakna i audio/video sabornice, RF, IR.

Kod CEBus-a za razliku od x-10 protokola signal ima početnu frekvenciju od 100kHz i linearno raste do 400 kHz za 100 ms. Filteri koji su ugrađeni u uređajima i koji mogu ispraviti signal informacije u X-10 protokolu imaju malu vjerojatnost ispravljanja signala informacije zbog stalne promjene frekvencije nosioca informacije. Brzina prijenosa podatka je oko 10 Mbps.

Veliki nedostatak CEBus protokola je relativno malen broj kompatibilnih uređaja te visoka cijena.

#### **4.4.4 Konnex**

Nastao je 1997. godine, te je najpoznatiji europski komunikacijski protokol. Nastao je ujedinjenjem triju do tada najraširenijih protokola, a to su BatiBUS, EIB (eng. European Installation Bus) i EHS (eng. European Home System). 2006. godine europska komisija za elektroničke standarde priznala je KNX protokol kao protokol koji je ostvaren prijenosom putem gradske mreže i uparenim paricama europskim standardom za automatizaciju kuće, a 2006. godine priznat je kao protokol koji je ostvaren putem RF (eng. Radio Frequency). Potražnja za KNX kompatibilnih proizvoda prerasla je granice Europe, te je zbog toga u studenom 2006. godine KNX postao prvi međunarodni priznati standard u automatizaciji.

## 4.5 KNX standard

KNX je jedini svjetski otvoreni standard za upravljane stambenim i poslovnim objektima. Utemeljen je na dvadesetogodišnjem iskustvu na tržištu. Postoji preko 7000 KNX certificiranih grupa proizvoda diljem svijeta koje proizvode preko 300 tvtki članica.

Sve komponente moraju komunicirati i razmjenjivati informacije preko zajedničkog jezika i zato je KNX standard neophodan. Bus uređaji mogu biti senzori ili aktuatori kojima se upravlja rasvjeta, sigurnosni sustav, grijanje, hlađenje, ventilacija (HVAC), audio/video nadzor, bijela tehnika, upravljanje energijom, signalizacija i nadgledavanje sustava, daljinsko upravljanje, mjerenje, itd (slika 19). Svim ovim funkcijama može se kontrolirati, nadgledavati i najavljivati iz istog sustava i nema potrebe za dodatnim kontrolnim centrima.



Slika 19. Mogućnosti KNX standarda

Izvor: <http://www.knx.org/hr/knx/sto-je-knx/>

KNX je priznat kao:

- Europski standard (CENELEC EN 50090 and CEN EN 13321-1),
- Internacionalni standard (ISO/IEC 14543-3),
- Kineski standard (GB/T 20965),
- Američki standard (ANSI/ASHRAE 135).

## 4.6 Pametna kuća u primjeni

Potencijalne kupce i korisnike ovakvih sustava najviše zanima pouzdanost, cijena, oprema, praktičnost, jednostavnost instalacije i da li je potrebno mijenjati postojeću infrastrukturu, rušiti zidove naše kuće zbog ugradnje sustava pametne kuće.

Prodavači i projektanti sustava pametnih kuća najviše privlače kupce prikazom bezbroj mogućnosti i aplikacija s kojima možemo upravljati uređajima. Te kako nam sustav pametne kuće može dati veću sigurnost, udobnost i ekonomičnost. Uređaji su najčešće dijele u više podsustava. Ti podsustavi mogu raditi samostalno ili zajedno i tako sačinjavati integrirani sustav pametne kuće. Kod gradnje pametne kuće moguća je ugradnja najosnovnijih funkcija i podsustava te kasnija nadogradnja po potrebi i želji. Najkorišteniji protokol još uvijek je X-10 jer je najjednostavniji za implementaciju na postojeću infrastrukturu.

Standardna oprema sustava pametne kuće su LCD, LED zidni ekrani osjetljivi na dodir, tipkala, senzori, mikromoduli, aktuatori i daljinski upravljač. Zidni ekran osjetljiv na dodir je najčešće i centralna konzola za upravljanje. U njemu se nalazi modem koji je spojen sa telefonskom linijom te tako omogućuje upravljanje mobitelom preko interneta i aplikacija i kad smo daleko. Konzola ima i ugrađeni primopredajnik RF signala. Kad koristimo daljinski upravljač konzola prima RF signale i pretvara ih u X-10 upravljačke signale. U njoj je spojena sva kućna automatizacija i sigurnosni sustav. Pametnom kućom možemo upravljati preko mobitela, tableta, daljinskog upravljača ili preko samog touch screen ekrana.

Centralne konzole već u sebi imaju instalirane softwere kojima korisnik daje naredbe, postavlja ikonice za određene akcije (npr. za određene scenarije, za paljenje rasvijete, klime ...) senzori i kamere koji se spajaju na upravljačku konzolu imaju raznovrsnu primjenu, od osiguranja od provale, požara ili provale do detektora za paljenje svjetla dok hodamo kućom pri ulasku i izlasku iz prostorija.

Iz bilo kojeg dijela pametne kuće, kreveta, kauča, sobe, kupaone, kuhinje možemo upravljati čitavim sustavom pomoću daljinskog upravljača. Ako upravljamo TV-om, DVD-om, radiom ili nekim drugim multimedijским uređajem daljinski upravljač radi na IR režimu, a za ostale funkcije u RF režimu.



U strujne utičnice u koje spajamo naše kućanske uređaje na grdsku mrežu ugrađujemo mikromodule (slika 20). Miromodulii definiraju adresu uređaja. U novije vrijeme mikromoduli se ugrađuju unutar same utičnice te tako ne narušavaju izgled kuće. Koriste se i kod standardnih prekidača za rasvjetu jer ih nije potrebno mijenjati ugradnjom mikromodula.



Slika 20. Mikromodul dimenzije 46x46x17 mm

Izvor: [http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric\\_PametnaKuca.pdf](http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric_PametnaKuca.pdf)

Ovakve mikromodule ne koriste svi proizvođači već za zamjenu imaju tipkala koji mijenjaju već postojeće preklopke za rasvjetu. Tipkala imaju ugrađene LED diode koje prikazuju da li je uređaj upaljen ili ugašen. Ugradnjom tipkala ne mijenja se previše unutrašnjost kuće kod impementacije.

Upravljanje roletama, zavjesama i prozorima postižemo tako da u karniše i na prozore ugradimo male elektromotore i module kojima upravljamo te dižemo ili spuštamo rolete, ovaramo prozore, zatvaramo zavjese, itd. Moduli su povezani sa centralnom konzolom pa je i ovaj podsustav moguće uključiti u posebne programe cijelokupne automatizacije.

U standardnom paketu opreme u X-10 protokolu dolaze i tri filtera. Filteri se ugrađuju u razvodnu kutiju i zauzimaju 6 mjesta osigurača.

Kod izgrađenih kuća bitno je pojasniti da li se isplatu ugrađivati sustav pametne kuće jer korisnici sigurno ne žele rušiti zidove, postavljati nove instalacije ako to nije potrebno. I kod izgrađenih kuća isplativo je ugraditi sustav, ali su troškovi nešto veći nego kod ugradnje sustava i planiranje sustava na samom početku gradnje kuće. Sustav pametne kuće koristi postojeću gradsku mrežu do 220V. Senzori i daljinski upravljači koriste baterije pa njima nisu potrebna dodatna ožičenja. Najviše prilagodbe odnosi se na ugradnju zidnih ekrano osjetljivih na dodir jer zahtjeva posebna ožičenja. Kad se korisnik odluči na sustav pametne kuće ne treba

mijenjati sve kućanske aparate jer se već 20 godina proizvode uređaji koji podržavaju implementaciju određenih protokola pa tako i cijelog sustava pametne kuće.

Najveća mana pametne kuće je njezina cijena. Ovisno o željama korisnika cijena se kreće od 1.000 € pa sve do 10.000 €, okvirna cijena za standardni paket opreme iznosi otprilike oko 2.500 €.

#### **4.7 Ušteda energije pametne kuće u odnosu na klasične kuće**

Kod klasičnih kuća najveći faktor potrošnje energije ipak je ljudski faktor. I kod kuća sa kvalitetnom vanjskom ovojnicom i visokim energetske razredom koje troše malo energije, ako mi zaboravimo ugaziti svijetlo, zatvoriti vrata, prozore, ugaziti TV, radio, računari za električnu energiju neće biti onako niski kako smo mi očekivali i priželjkivali, te potrošnja ostale energije bit će povećana.

Pametne kuće taj problem rješavaju umjesto nas. Pomoću senzora, pametnih trošila, pametnih brojila, pametnom rasvjetom, HVAC-om, pametna kuća našu zaboravljivost ispravlja i radi umjesto nas. Samim time računari koji nam stižu budu puno niži, a mi zadovoljniji.

##### **4.7.1 Pametna trošila**

Pametna trošila spajaju se sa sustavom za upravljanje trošilima ili pametnim brojilom. Samim time spojeni su s cijelim sustavom pametne kuće (slika 21). Pametne kuća tako može upravljati energijom trošila, pratiti energetske korištenje svakog trošila te uređaje s povećanom potrošnjom energije upravljati tako da kad je viša tarifa električne energije uređaje gasi ili optimizira njihov rad, a pri nižoj tarifi električne energije ih pali.



Slika 21. Primjer rada nekih pametnih trošila

Izvor: <http://www.cis.hr/files/dokumenti/CIS-DOC-2012-04-045.pdf>

Pametna trošila podržavaju tri načina rada:

- Potpuno automatizirano – trošilo radi prema zahtjevima korisnika ili sustava te ne može se koristiti drugačije,
- Dijelomično automatizirano – trošilo radi kao i potpuno automatizirano trošilo, ali s mogućnošću izvanrednog uključanja (npr. za vrijeme više tarife električne energije),
- Individualan način rada – korisnik može namjestiti vremenske periode u kojima će trošilo automatski raditi (npr. kad nismo kod kuće).

#### 4.7.2 Pametno brojilo

Za razliku od klasičnog brojila koja nemaju mogućnost komunikacije s mrežom i koja mjere samo ukupnu potrošnju električne energije, pametno brojilo može za svakog potrošača zasebno dnevno odrediti krivulju potrošnje električne energije (slika 22). Pametna brojila mjere potrošnju svaki sat i to odmah šalju operateru mreže i vlasniku kuće. Preko pametnog brojila operater mreže može isključiti potrošača prilikom preopterećenja mreže ili neplaćanja računa. S elektroenergetskog stajališta pametno brojilo je osnovna komponenta pametne kuće.



Slika 22. Pametno brojilo

Izvor: <http://www.cis.hr/files/dokumenti/CIS-DOC-2012-04-045.pdf>

Kod ugradnje pametnog brojila moramo paziti prilikom odabira medija komunikacije zbog toga što pametno brojilo mora neprestano biti povezan s mrežom i ne smije biti prekida. Kod žičane komunikacije najčešće se koristi instalacija električne mreže. Signal nosilac podataka dodaje se 50 Hz signalu napona te se na prijamnoj strani izdvaja pomoću filtera. Kod bežične komunikacije koriste se globalni sustav za mobilnu komunikaciju (eng. Global System for Mobile, GSM), bežične lokalne mreže (eng. Wireless Local Area Network, WLAN) ili sve češće WiMAX (eng. Worldwide Interoperability for Microwave Access).

#### **4.7.3 Inteligentna rasvjeta**

Kod klasičnih kuća rasvjetom upravljamo sami. Palimo i gasimo svjetla kad nam to treba. Svjetla palimo kad nam trebaju, ali i kad nam ne trebaju, a znamo ih i ne ugasi kad nam ne trebaju. Takvim postupcima izdaci za rasvjetu postaju veliki dio ukupnih troškova za električnu energiju.

Kao što je opisano u poglavlju Mogućnosti pametne kuće inteligentnom rasvjetom upravlja pametna kuća. Pomoću senzora prepoznaje da li je netko u prostoriji, mjeri razinu osvijetljenja te otvara rolete ili zavjese ako nije potrebno paliti svjetla, te ih sama gasi kad izađemo iz prostorije. Uštedit se može i primjenom štednih žarulja ili LED rasvijeta. Takva rasvijeta je veća početna investicija koja se u kratkom vremenskom razdoblju isplati.

LED rasvjetom možemo postići i do čak 90% uštede nad običnim žaruljama i do 50% u odnosu na fluokompaktne žarulja. Radni vijek trajanja im je oko 10 godina ili 50.000 radnih sati, ovisno o proizvođaču. Iskoristivost im je 95% te samo 5% energije pretvara se u toplinu. Običnu žarulju od 80W zamijenjujemo LED žaruljom od 8W.

## **Zaključak:**

Energetskom certifikacijom zgrada kojom zgrada dobiva energetski certifikat imamo uvid u koji energetski razred zgrada pripada i količinu energije zgrada troši. Energetska certifikacija u današnje vrijeme je vrlo korisna, jer prilikom kupnje kuće ili stana imamo stvarni dokaz o kvaliteti zgrade, a ne samo riječ prodavača ili vlasnika, koja na kraju većinom puta ne bude istinita. Kupnjom ili izgradnjom kuće, stana sa što boljim energetskim razredom, ulažemo u našu budućnost, sanjujemo si troškove življenja i manje zagđujemo okoliš

Izgradnjom pametne kuće ili implementacijom sustava pametne kuće u postojeće kuće, možemo si olakšati život. Možemo „komunicirati s kućom“. Imamo sve podatke o kući na dlanu, od temperature, rasvjete, videonazora do radija, tv-a... Pametna kuća može uvelike pomoći strarijim ljudima, nemoćnim i osobama s invaliditetom. Pametna kuća može nam pružiti veliki komfor življenja i veliku uštedu energije, ali moramo paziti da ne postanemo „robovi“ pametne kuće.

Početni ulozi pri gradnji postaju sve veći, novi materijali i tehnologija, poskupljuju proces gradnje, ali krajne uštete tijekom godina su višestruke.

Nastojanje za dobivanjem što boljeg energetskog razreda zgrade i implementacijom pametne kuće uvelike poboljšavamo energetsku učinkovitost zgrade, povećavamo kvalitetu življenja, smanjujemo troškove te više brinemo o okolišu.

Opisom energetske certifikacije i pametne kuće i iznesenim podacima u ovom radu potvrđujem zadanu hipotezu na početku rada.

## Literatura:

1. [http://www.itv-murexin.hr/upload/folder/Energy\\_Saving\\_System.pdf](http://www.itv-murexin.hr/upload/folder/Energy_Saving_System.pdf), 30.10.2014.
2. <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-58-2006-05-09.pdf>, 30.10.2014.
3. [http://hr.wikipedia.org/wiki/Koeficijent\\_prolaska\\_topline](http://hr.wikipedia.org/wiki/Koeficijent_prolaska_topline), 30.10.2014.
4. <http://www.mgipu.hr/default.aspx?id=11225>, 16.03.2014.
5. <http://www.planetaris.com/>, PDF, 20.03.2014.
6. Dunja Milukić, Nina Štirmer, Bojan Milovanović, Ivana Banjad Pečur; Energijsko certificiranje zgrada; časopis Građevinar, br 62; 2010. godina
7. <http://www.domusplus.hr/hr/>, 10.04.2014.
8. <http://www.riteh.eu/c/321/gcgid/133/rg/41/Energetski-certifikat-Istra.wshtml>, 03.12.2014.
9. [http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/Algoritam\\_%20HRN\\_EN\\_13790\\_javna.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/Algoritam_%20HRN_EN_13790_javna.pdf), 03.12.2014.
10. <http://www.pasivna-kuca.info/gradnja/37-gradnja-pasivne-kuce/137-obicna-niskoenergetska-ili-pasivna-kuca.html>, 10.04.2014.
11. <http://www.pametni-stanovi.com/home-control/>, 20.04.2014.
12. <http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~valerija/index.htm>, 22.04.2014.
13. [http://www.fundamenta.hr/stanovi-split-stedljive-kuce-niskoenergetske/tehnologije\\_gradnje-2](http://www.fundamenta.hr/stanovi-split-stedljive-kuce-niskoenergetske/tehnologije_gradnje-2), 25.04.2014.
14. [http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric\\_PametnaKuca.pdf](http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/JakovcicMaric_PametnaKuca.pdf), 10.05.2014.
15. <http://www.pametna-kuca.ba/>, 10.05.2014.
16. <http://www.knx.org/hr/knx/sto-je-knx/>, 11.05.2014.
17. <http://www.cis.hr/files/dokumenti/CIS-DOC-2012-04-045.pdf>, 20.11.2014.
18. <http://www.veleri.hr/?q=node/1133>, 20.11.2014.

## Popis slika

Slika 1. Razlika u gubicima topline izolirane i neizolirane kuće.....	3
Slika 2. Kod izoliranog zida hladnoća ne ulazi u zid.....	5
Slika 3. Izgled Energetskog certifikata .....	10
Slika 4. Prva stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču.....	11
Slika 5. Druga stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču .....	12
Slika 6. Treća stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču .....	13
Slika 7. Četvrta stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču.....	14
Slika 8. Peta stranica energetskog certifikata BP Petrol u Poreču .....	15
Slika 9. Osnovni elementi energetskog pregleda postojećih zgrada.....	19
Slika 10. Određivanje propusnosti zraka kod zgrada .....	21
Slika 11. Termogrami vanjske ovojnice zgrade.....	23
Slika 12. Specifične toplinske potrebe – od starih kuća do suvremenih pasivnih kuća .....	26
Slika 13. Gubitci topline.....	27
Slika 14. Certifikat pasivne kuće A+.....	30
Slika 15. Odabir lokacije kuće .....	30
Slika 16. Prikaz korištenih protokola u kućnoj automatizaciji u svijetu .....	36
Slika 17. Implementacija X10 protokola u postojeće instalacije .....	38
Slika 18. Primjer serverom upravljane mreže i p2p mreže .....	39
Slika 19. Mogućnosti KNX standarda.....	41
Slika 20. Mikromodul dimenzije 46x46x17 mm .....	43
Slika 21. Primjer rada nekih pametnih trošila .....	45
Slika 22. Pametno brojilo.....	46

## Popis tabela

Tabela 1. Vrijednosti koeficijenta prolaza topline.....	4
Tabela 2. Usporedba cijena za godišnju potrebu lož ulja i peleta kod standardno izolirane, niskoenergetske i pasivne kuće.....	31