

ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

15. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
15th NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

8. MEĐUNARODNI SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
8th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

HEP-Group
HEP-Plin Ltd.
HR-31000 Osijek, Cara Hadrijana 7

J. J. Strossmayer University of Osijek
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod
HR-35000 Slavonski Brod, Trg I. B. Mažuranić 2

University of Pécs
Faculty of Engineering and Information Technology
H-7624 Pécs, Boszorkány u. 2



Suorganizatori
Co-organizers



Uz potporu
Supported by
Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske
Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia

Osijek, 27.- 29.09.2017.

PLIN 2017

ZBRONIK RADOVA 8. MEĐUNARODNOG SKUPA O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI

PROCEEDINGS OF 8th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

Izdavač / Publisher: Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu

Email: plin@sfsb.hr

URL: <http://konferencija-plin.sfsb.hr>

All papers are reviewed.

The authors are only responsible for the contents and accuracy of all published material. The Editors do not accept any liability for the contents and accuracy of articles, or responsibility for any mistakes (editorial or typographical), nor for any consequences that may arise from them.

Urednici / Editors:

Pero RAOS, glavni urednik
Tomislav GALETA
Dražan KOZAK
Marija RAOS
Josip STOJŠIĆ
Zlatko TONKOVIĆ

PLIN 2017 Organizacijski odbor / PLIN 2017 Organization committee:

Marija RAOS, Hrvatska, predsjednica organizacijskog odbora
Tomislav GALETA, Hrvatska
Miroslav DUSPARA, Hrvatska
Josip CUMIN, Hrvatska
Renata ĐEKIĆ, Hrvatska
Nada FLANJAK, Hrvatska
Ismeta HASANBEGOVIĆ, BiH
Miroslav MAZUREK, Hrvatska
Ana RADONIĆ, Hrvatska
Pero RAOS, Hrvatska
Josip STOJŠIĆ, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska

PLIN 2017 Počasni odbor / PLIN 2017 Honor committee:

Ivan SAMARDŽIĆ, predsjednik, Hrvatska
Bálint BACHMANN, Mađarska
Zvonko ERCEGOVAC, Hrvatska
Perica JUKIĆ, Hrvatska
Tomislav JUREKOVIĆ, Hrvatska
Damir PEĆUŠAK, Hrvatska
Božo UDOVIČIĆ, Hrvatska

PLIN 2017 Znanstveni odbor / PLIN 2017 Scientific committee:

Dražan KOZAK, predsjednik, Hrvatska
Antun STOIĆ zamjenik pred., Hrvatska
Darko BAJIĆ, Crna Gora
Eraldo BANOVAČ, Hrvatska
Károly BELINA, Mađarska
Ivan BOŠNJAK, Hrvatska
Aida BUČO-SMAJIĆ, BiH
Zlatan ČAR, Hrvatska
Robert ČEP, Češka
Majda ČOHODAR, BiH
Ejub DŽAFEROVIĆ, BiH
Tomislav GALETA, Hrvatska
Antun GALOVIĆ, Hrvatska
Hrvoje GLAVAŠ, Hrvatska
Nenad GUBELJAK, Slovenija
Sergej HLOCH, Slovačka
Nedim HODŽIĆ, BiH
Željko IVANDIĆ, Hrvatska
Željka JURKOVIĆ, Hrvatska
Ivica KLADARIĆ, Hrvatska
Milan KLJAJIN, Hrvatska
Janez KOPAČ, Slovenija
Grzegors KROLCZYK, Poljska
Stanislaw LEGUTKO, Poljska
Leon MAGLIĆ, Hrvatska
Damir MILJAČKI, Hrvatska
Ferenc ORBÁN, Mađarska
Branimir PAVKOVIĆ, Hrvatska
Denis PELIN, Hrvatska
Miroslav PLANČAK, Srbija
Dalibor PUDIĆ, Hrvatska
Marijan RAJSMAN, Hrvatska
Marko RAKIN, Srbija
Miomir RAOS, Srbija
Pero RAOS, Hrvatska
Alessandro RUGGIERO, Italija
Aleksandar SEDMAK, Srbija
Marinko STOJKOV, Hrvatska
Josip STOJŠIĆ, Hrvatska
Igor SUTLOVIĆ, Hrvatska

Tomislav ŠARIĆ, Hrvatska
Mladen ŠERCER, Hrvatska
Damir ŠLJIVAC, Hrvatska
Vedran ŠPEHAR, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska
Zdravko VIRAG, Hrvatska
Nikola VIŠTICA, Hrvatska
Jurica VRDOLJAK, Hrvatska
Marija ŽIVIĆ, Hrvatska

Sadržaj / Contents

POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURES

UTJECAJ ZASJENJENJA NA FOTONAPONSKE SUSTAVE	1
D. Topić, G. Knežević, D. Šljivac, M. Žnidarec	

ANALIZA SLOŽENIH TEHNIČKIH GVIK SUSTAVA KORIŠTENJEM DINAMIČKOG MODELIRANJA	12
B. Delač, B. Pavković, K. Lenić	

PRIMJENA INFRACRVE NE TERMOGRAFIJE U TEHNIČKIM SUSTAVIMA	33
H. Glavaš, T. Barić, M. Stojkov	

PLIN I PLINSKA TEHNIKA / GAS AND GAS TECHNIQUE

PROCJENA RIZIKA PRILIKOM OŠTEĆENJA PLINOVODA UZROKOVANIH ELEMENTARNIM NEPOGODAMA.....	51
M. Rašić, T. Šolić, D. Marić, M. Duspara, S. Aračić, I. Samardžić	

DALJINSKO OČITANJE POTROŠNJE PLINA, UREĐAJI I PRINCIPI RADA	61
K. Pavelić, D. Hećimović, K. Stakor	

PODACI O SUNČEVOM ZRAČENJU I MODELI PREDVIĐANJA SUNČEVOG ZRAČENJA KAO FAKTOR UŠTEDE PRIRODNOG PLINA.....	67
K. Hornung, M. Stojkov, M. Hornung	

MODELIRANJE POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA JAVNIH ZGRADA INTELIGENTNOM PODATKOVNOM ANALITIKOM	76
M. Zekić-Sušac	

RAZVOJ PLINOFIKACIJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU TVRTKE „PLIN PROJEKT“ D.O.O. - NOVA GRADIŠKA	86
M. Ivanović, L. Liović	

PRIKAZ ISTRAŽIVANJA RAZVOJA SIMULACIJSKOG MODELA LANCA OPSKRBE PRIRODNIM PLINOM	97
J. Mesarić, D. Dujak, Z. Tonković	

ELEKTROFUZIJSKO SPAJANJE CIJEVI ZA TRANSPORT PLINA IZRAĐENIH OD POLIMERNIH MATERIJALA.....	110
V. Starčević, I. Baričić, A. Rebronja, I. Samardžić	

BELOW-GRADE NATURAL GAS DISTRIBUTION STATION DESIGN FOR AN URBAN LOCATION.....	120
--	-----

N. Bosković, A. Loge, R. Gomez, J. MacLennan, R. Dawes

TEHNOLOŠKI POSTUPCI IZRADE SPOJEVA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA.....	133
---	-----

F. Dako, A. Stoić, I. Samardžić, J. Zima, M. Duspara, D. Marić, V. Starčević, I. Putnik

ENERGETIKA / energetics

UČINKOVITA UPORABA ENERGIJE	139
-----------------------------------	-----

S. Franjić

TERMODINAMIČKA ANALIZA RADA UGRAĐENIH PLINSKIH KONDENZACIJSKIH KOTLOVA.....	146
---	-----

M. Živić, A. Galović, A. Barac, R. Končić

ENERGETSKA OBNOVA OBITELJSKIH KUĆA NA PODRUČJU OSJEČKO-BARANJSKE ŽUPANIJE.....	156
--	-----

D. Hećimović, D. Vidaković, K. Pavelić

INDIKATORI KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI.....	166
--	-----

M. Nađ, S. Kaluđer, K. Fekete

PRIMJENA RAČUNALNOG PROGRAMA THORIUM A+ ZA IZRAČUN UŠTEDE ZAMJENE STANDARDNOG KOTLA S KONDENZACIJSKIM I UGRADNJOM TERMOREGULACIJSKIH VENTILA NA OGRJEVNA TIJELA.....	174
--	-----

M. Rašić, D. I. Rendulić, H. Glavaš, D. Vidaković

SIMULACIJA UTJECAJA ZASJENJENJA NA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE FOTONAPONSKE ELEKTRANE.....	184
--	-----

I. Radmanović, G. Knežević, D. Topić, K. Fekete

HEATING PERFORMANCES ANALYSIS A GHP WORKING WITH DIFFERENT HYDROCARBONS AND HEAT TRANSFER IN A BOREHOLE HEAT EXCHANGER.....	194
---	-----

R. Bedoić, V. Filipan

BIOPLINSKE ELEKTRANE U SLAVONIJI I BARANJI	204
--	-----

M. Ivanović, H. Glavaš, M. Vukobratović

UTJECAJ ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA NA ELEKTRONIKU PLINSKIH BOJLERA	216
---	-----

B. Perković, T. Barić, H. Glavaš

ENERGIJA IZ MULJA.....	226
------------------------	-----

T. Grizelj, E. Kamenjašević

ZAKONSKA I TEHNIČKA REGULATIVA U KORIŠTENJU OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE230

E. Kamenjašević, T. Grizelj

KREMATORIJ – ENERGIJSKA EFIKASNOST I OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE U ZAŠTITI PRIRODE I OKOLIŠA238

E. Kamenjašević, T. Grizelj

VODENI MULJ ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE242

T. Grizelj, E. Kamenjašević

VODA / WATER

DISTRIBUTIVNA MREŽA VOĐENA POMOĆU SCADA247

F. Galović, S. Kaluđer, K. Fekete

PARAMETRI MODELIRANJA OBORINSKOG OTJECANJA SA ZELENIH URBANIH POVRŠINA.....257

D. Obradović

O RAZVOJU TEHNIČKIH SUSTAVA NA PRIMJERU VODNE REGULACIJE POBOSUĆA.....267

S. Maričić

VODA NAKON PRANJA VUNE – OTPAD I SIROVINA.....281

A. Tarbuk, B. Vojnović, A. Sutlović

OPTIMIZACIJA VODOOPSKRBE VIŠIH ZONA288

Em.Trožić, E. Smajić, En.Trožić

MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA U VODOVODNIM SUSTAVIMA...294

E. Smajić, Em.Trožić, En.Trožić

EFEKTI USPOSTAVE DALJINSKOG NADZORA U VODOVODNOM SUSTAVU302

En.Trožić, B. Jakovac, Em.Trožić, E. Smajić

ISKUSTVA U ODRŽAVANJU VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA OSIJEKA311

F. Dako, P. Raos, A. Stoić, T. Šarić, G. Šimunović, I. Samardžić, J. Zima

PROIZVODNE TEHNOLOGIJE / PRODUCTION TECHNOLOGIES

RAZVOJNE FAZE I KLJUČNE KARAKTERISTIKE DBAAS CLOUD SERVISA BAZIRANOG NA KONSOLIDIRANOM INFORMACIONOM MODELU KOMPANIJA ENERGETSKOG SEKTORA.....319

J. Dizdarević

OPTIMUM DESIGN OF FIXED STORAGE TANK ROOF	329
F. Orban, G.C. Nagy	
UNAPRJEĐENJE IZVOĐENJA GRAĐEVINSKIH RADOVA PRIMJENOM LEAN METODOLOGIJE	335
D. Vidaković, Z. Lacković, M. Radman-Funarić	
RECIKLIRANJE ŽARULJA	347
Z. Mrčela, G. Rozing, T. Malijurek	
NUMERIČKA ANALIZA UDARA ZRAČNOG VALA NA PLINSKU BOCU	353
I. Grgić, D. Šotola, Ž. Ivandić	
SILA DUBOKOG VUČENJA	363
B. Grizelj, D. Grizelj, V. Jurić Šolto	
REVIEW OF MODELLING METHODS AND COMPUTER MODELS IMPLEMENTED IN RECENT NOWADAYS CAD SYSTEMS	373
M. Karakašić, H. Glavaš, M. Kljajin	
MENADŽMENT CJEVOVODNIH MREŽA	382
M. Šavar, S. Krizmanić, I. Jovan	
ANALIZA RECIKLIČNOSTI ELEKTRIČNIH KUĆANSKIH APARATA	392
I. Lovrić, G. Rozing, A. Katić	
PRIMJENA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE U ZGRADARSTVU	401
H. Krstić, M. Teni, Ž. Koški	



Energetska obnova obiteljskih kuća na području Osječko-baranjske županije

Energy reconstruction family houses in Osijek-Baranya county

D. Hećimović^{1,*}, D. Vidaković², K. Pavelić²

¹Bonzo d.o.o., Osijek, Hrvatska

²Građevinski fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera, Osijek, Hrvatska

*Autor za korespondenciju. E-mail: dhecimovic@inet.hr

Sažetak

Članak naglašava problematiku i mogućnosti unaprijeđenja energetske učinkovitosti obiteljskih kuća na području Osječko-baranjske županije. Navedena je sva bitna zakonska regulativa koja propisuje energetske certificiranje zgrada i sufinanciranje mjera energetske obnove obiteljskih kuća na području Republike Hrvatske. U članku su prikazani i statistički obrađeni podaci za stotinu energetskih pregleda obiteljskih kuća na kojima su primjenjene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti u okviru Programa energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine. Također su prikazani i podaci o mjerama koje su stvarno poduzete za unaprijeđenje energetske učinkovitosti i rezultati koji su se tim mjerama postigli. Promatra se odnos godine izgradnje obiteljskih kuća, postojećih i obnovljenih energetskih svojstava (razreda) kao i primjenjene mjere za njihovo povećanje, te isplativost njihovog poduzimanja na području Osječko-baranjske županije.

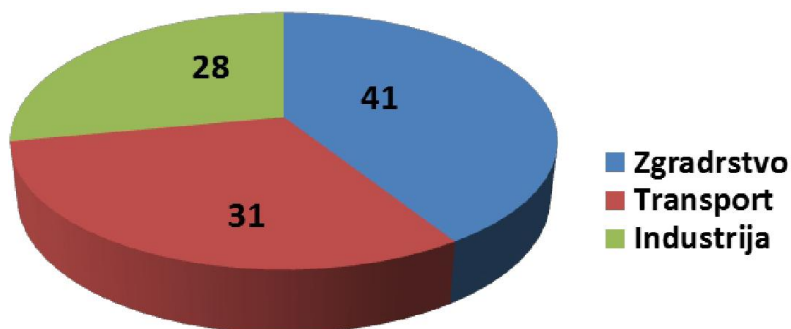
Abstract

The article points out problems and possibility advancement energy efficiency family houses in Osijek-Baranja county. Mentioned most important law regulation which regulate energy certification of buildings and subsidize measures of energy reconstruction family houses in Republic of Croatia. In article is present and statistical treat for hundred energy audit family houses which on use measures for improvement energy efficiency as part of Program energy reconstruction family houses for time period 2014. – 2020. year. In article is present also test ratings about measures which in fact use for advance energy efficiency and results which is achievement that measures. From introduced we might observe relationship between year of construction family house, existing and renew energy performance (class) as well as use measures for increase energy performance and cost effectiveness use measures for improvement energy efficiency in Osijek-Baranja county.

Ključne riječi: law regulation, energy performance, energy certification of buildings, family houses, measures for improvement energy efficiency, energy savings

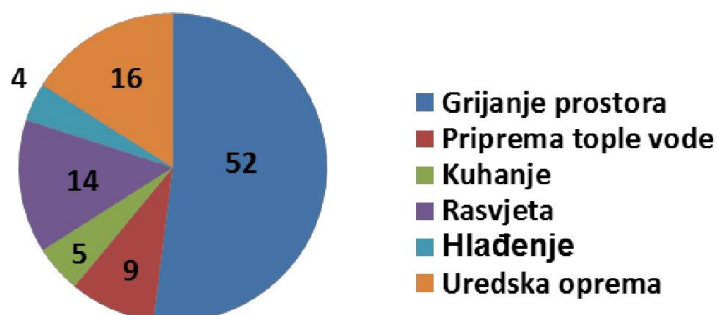
1. Uvod

Kako se velik broj ljudskih aktivnosti odvija u građevinama ili pomoću građevina, ne treba se čuditi činjenici da se u njima troši značajna količina energije. Stoga je pitanje uštede energije u građevinama, a posebice zgradama, jedna od značajnijih tema i izazova građevinarstva. To područje je uređeno legislativom na razini Europske unije, te je zato usklađivanje s tim obveza Republike Hrvatske. Potrošnja energije po pojedinim sektorima prikazana je na slici 1.

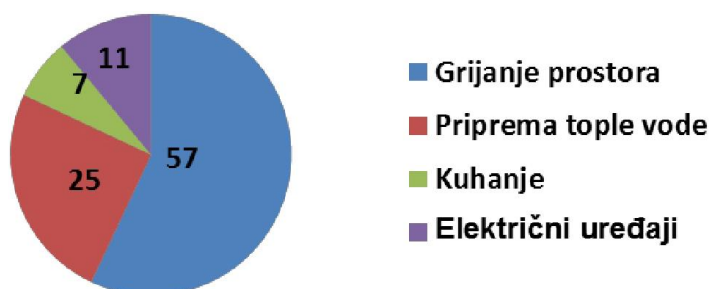


Slika 1. Udjeli (%) u potrošnji energije u EU (prema [1])

Potrošnja energije u zgradama po pojedinim sektorima (javnom i stambenom) i prema namjeni prikazana je na slikama 2a i 2b.



Slika 2a. Udjeli (%) energetske potrošnje u zgradama javnog sektora (prema [1])



Slika 2b. Udjeli (%) energetske potrošnje u zgradama stambene namjene (prema [1])

U zgradama se troši oko 40% od ukupne potrošnje energije i stoga je izuzetno važna njihova energetska učinkovitost, tj. osiguravanje minimalne potrošnje energije da bi se postigla optimalna ugodnost boravka i korištenja zgrada. Potrošnja energije u zgradi ovisi o karakteristikama zgrade (obliku i konstrukcijskim materijalima), energetskim sustavima u njoj (sustav grijanja, hlađenja, prozračivanja, električnih uređaja i rasvjete koji se u njoj koriste), njenoj orijentaciji, ali i o klimatskim uvjetima podneblja u kojem se nalazi.

Zgrade u Hrvatskoj većinom su građene prije 1987. godine te kao takve nemaju odgovarajuću toplinsku zaštitu. Čak oko 83% zgrada ne zadovoljava ni tehničke propise iz 1987. (ondašnji JUS je propisivao 10 - 12 cm toplinske izolacije) i imaju velike gubitke topline, uz prosječnu potrošnju energije za grijanje od 150 do 200 kWh/m², što ih svrstava u energetski razred E. Povećana potrošnja energije podrazumijeva i veće emisije CO₂ u atmosferu te je nužno poduzeti potrebne mjere kako bi se smanjila njihova potrebna potrošnja i racionaliziralo korištenje dostupnih energenata.

Kako većina obiteljskih kuća u Republici Hrvatskoj nema odgovarajuću toplinsku zaštitu ovojnice i vanjsku stolariju, a niti energetski učinkovit sustav grijanja, dolazi do rasipanja energije, odnosno velikih gubitaka energije kroz zidove, krov, stropove ili pod te vanjsku stolariju, pa imaju visoke troškove za potrošenu energiju. Cjelovitom energetskom obnovom obiteljske kuće, primjenom više mjera kako bi se osigurao njihov sinergijski učinak, potrošnju energije može se smanjiti za 30 do 60% od ukupne energije [2] i [3]. Korištenjem obnovljivih izvora energije, uštede na troškovima za energiju mogu biti još i veće (ne gledajući početne troškove ugradnje).

Osnovne mjere energetske učinkovitosti koje se poduzimaju kod zgrada su [4]:

- Energetski pregled zgrade i energetski certifikat koji pokazuje energetsko stanje pojedine zgrade ili njenog dijela;
- Povećanje toplinske zaštite zgrade (postavljanje toplinske izolacije te energetski učinkovite stolarije);
- Povećanje učinkovitosti sustava grijanja, hlađenja i ventilacije;
- Povećanje učinkovitosti sustava rasvjete i električnih uređaja;
- Korištenje obnovljivih izvora energije.

2. Zakonska regulativa

Usklađivanje Hrvatske s pravnim stečevinama Europske unije kroz Strateške dokumente i projekte prikazano je u tablici 1. Prema Strategiji energetskog razvoja Hrvatske i aktuelnim 3. Nacionalnim akcijskim planom za energetsku učinkovitost doneseni su Programi obnove zgrada različitih namjena (do 2020. godine) koji su isto navedeni u tablici 1.

Tablica 1. Dokumenti s kojima se Hrvatska usklađuje s EU na području energetske učinkovitosti

Strategije	Planovi	Programi
Dugoročna strategija za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske	Prvi Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti RH za razdoblje od 2008. do 2010. godine	Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine
	Drugi Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti RH za razdoblje do kraja 2013. godine	Program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2020. godine
	Treći nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti RH za razdoblje od 2014. do 2016. godine	Program energetske obnove zgrada javnog sektora za razdoblje od 2016. do 2020. godine
	Nacionalni plan povćanja broja zgrada gotovo nulte potrošnje energije	Program energetske obnove zgrada komercijalnih nestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine

Propisi iz područja energetske učinkovitosti prikazani su u tablici 2. a zakonske obaveze koji proizlaze iz tih propisa u tablici 3.

Tablica 2. Hrvatski propisi iz područja energetske učinkovitosti

Zakoni	Pravilnici	Uredbe
Zakon o energetske učinkovitosti (NN127/14)	Pravilnik o energetske pregledu zgrada i energetske certificiranju (NN 49/16, 17/17)	Uredba o ugovaranju i provedbi energetske usluge u javnom sektoru (NN 11/15)
Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17)	Pravilnik o sustavnom gospodarenju energijom u javnom sektoru (NN 18/15, 06/16)	Tehnički propisi Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti građana (NN 128/15)
	Pravilnik o kontroli energetske certifikata zgrade i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi (NN73/15)	
	Pravilnik o osobama ovlaštenim za energetske certificiranje, energetske pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi (NN 73/15, 133/15)	

Zakonske obveze o energetske certifikatima koje proizlaze iz propisa navedenih u tablici 2. prema kronološkom redoslijedu su:

- Energetski certifikat i javno izložen za zgrade >1000m² (od 31.12.2012.),
- Energetski certifikat zgrade ili samostalne cjeline koji se prodaju (od 01.07.2013.),
- Energetski certifikat i javno izložen za zgrade >500m² (od 31.12.2013.),
- Energetski certifikat za stanove <50m² (od 01.01.2014.),
- Energetski certifikat i javno izložen za zgrade >250m² (od 09.07.2015.),
- Energetski certifikat za zgrade ili samostalne cjeline koje se iznajmljuju (od 01.01.2016.).

Prema Zakonu o izmjenama i dopunama zakona o gradnji 2017. godine više ne treba energetski certifikat za stambene zgrade koje se koriste manje od 4 mjeseca godišnje [5].

3. Mjere za povećanje energetske učinkovitosti

Obiteljske kuće čine oko 65% stambenog fonda u Hrvatskoj i najviše ih je izgrađeno prije 1987. godine te imaju nikakvu ili samo minimalnu toplinsku izolaciju [2] (obično je prema JUS-u iz 1970. godine ugrađivana toplinska izolacija 2 - 4 cm). Cilj energetske obnove obiteljskih kuća je povećanje energetske učinkovitosti kućanstava, smanjenje mjesečnih troškova za energiju i vodu za 30% do 60% te sa svim tim ukupno poboljšanje kvalitete života. Provedba programa doprinosi čistijem okolišu i ublažavanju klimatskih promjena te donosi direktnu i mjerljivu korist građanima, gospodarstvu i društvu u cjelini.

Mjere energetske učinkovitosti koje se poduzimaju u Programu energetske obnove obiteljskih kuća obuhvaćaju [3]:

- zamjena vanjske stolarije (koeficijent prolaska topline <1,4 za komplet);
- povećanje toplinske zaštite vanjske ovojnice na koeficijent prolaska topline U (W/m²K) <0,20 za kontinentalnu Hrvatsku za krov, strop i pod grijanog prostora prema negrijanom prostoru, <0,25 za kontinentalnu Hrvatsku za vanjski zid grijanog prostora, <0,25 za kontinentalnu Hrvatsku za pod prema tlu i ukopane dijelove grijanog prostora;
- ugradnja novog sustava s plinskim kondenzacijskim kotlom za povećanje energetske učinkovitosti sustava grijanja;
- ugradnja sustava sa sunčanim toplinskim pretvaračima (kolektorima) za grijanje potrošne vode ili potrošne vode i prostora;
- ugradnja sustava s kotlom na drvenu sječku/pelete ili sustava s pirolitičkim kotlom;
- ugradnja sustava s dizalicom topline za grijanje potrošne vode ili prostora;
- ugradnja sustava s fotonaponskim pretvaračima za proizvodnju električne energije.

Prema Javnom pozivu objavljenom na web stranicama Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, a po pozivu građana (vlasnika kuća) odabrani certifikator izrađuje inicijalni pregled prilikom kojeg će procijeniti prihvatljivosti kuće za sufinanciranje te utvrditi zadovoljava li podnositelj zahtjeva propisane uvjete. Ako kuća zadovoljava uvjete, certifikator izrađuje prvi energetski pregled. Prvim energetskim pregledom utvrđuje se energetske svojstvo postojeće zgrade Q_{H,nd,ref} (kWh/m²), specifična godišnja potrošnja energenata (kWh) i specifična godišnja emisija CO₂ (tCO₂) na osnovu postojećih podataka

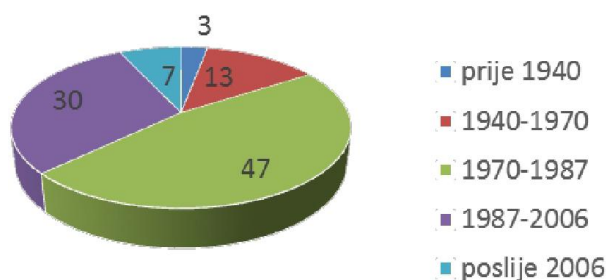
o obiteljskoj kući i izvedenom stanju. Nakon poduzetih mjera energetske učinkovitosti vrši se izračun novog stanja energetskog svojstva, specifične godišnje potrošnje energenata i specifične godišnje emisije CO₂ te se utvrđuje ušteda energije u odnosu na postojeće stanje.

Danas su na tržištu dostupni ili postoje različiti računalni programi za izračun potreban kod certificiranja zgrada, a kod kuća analiziranih u ovom članku korišten je Program za izračun toplinske energije u zgradama *KI Expert 2013*.

4. Provođenje mjera za povećanje energetske učinkovitosti obiteljskih kuća

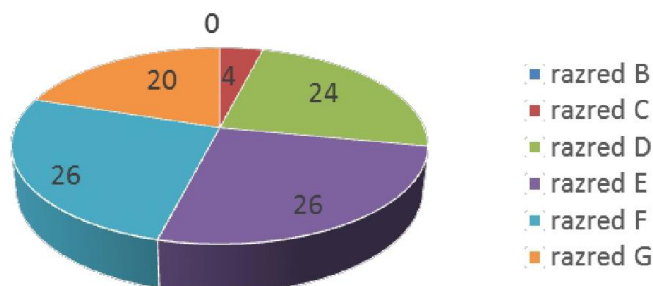
U ovom članku obrađeni su podaci za 100 obiteljskih kuća u Osječko-baranjskoj županiji na kojima je izvršen inicijalni pregled te izrađen prvi energetski pregled. Nakon poduzetih mjera energetske učinkovitosti izrađen je i završni energetski pregled koji iskazuje učinkovitost i opravdanost za poduzimanje istih. Na osnovu javnog natječaja iz 2015. godine navedeni pregledi i radovi obnove su izvršeni u periodu 2015. – 2016. godine.

Razdoblje izgradnje obnavljanih 100 obiteljskih kuća prikazano je na slici 3.



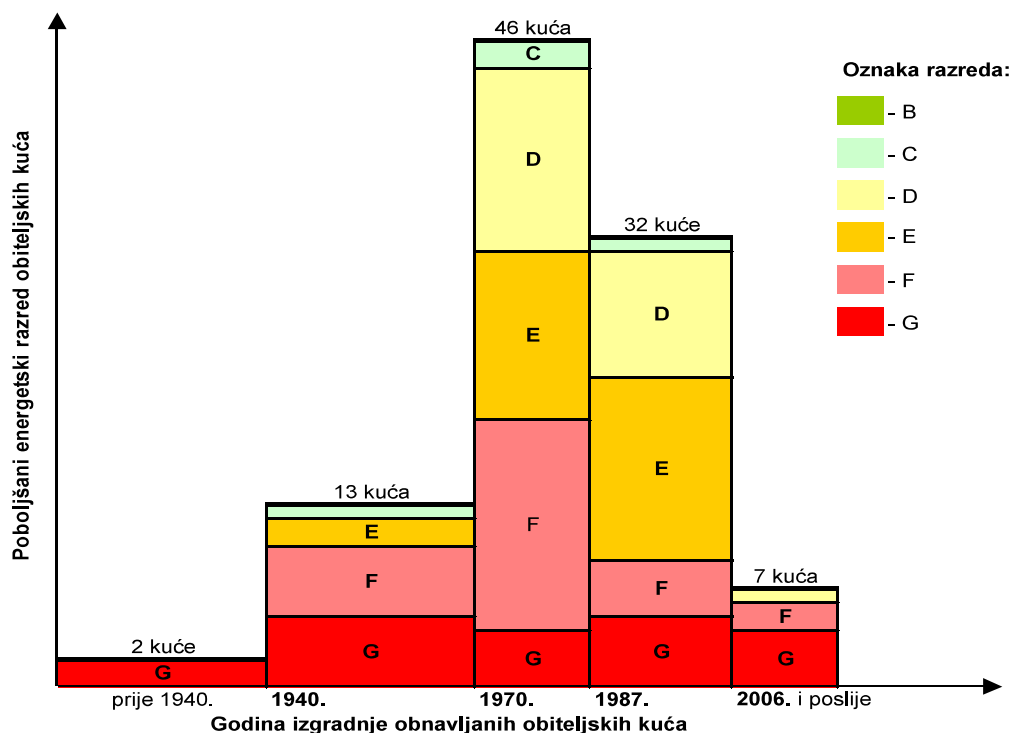
Slika 3. Razdoblje izgradnje obnavljanih obiteljskih kuća

Prije poduzetih mjera energetske obnove promatranih 100 obiteljskih kuća izvršen je prvi energetski pregled da bi se odredili energetski razredi koji su prikazani na slici 4.



Slika 4. Energetski razredi prije energetske obnove

Na slici 5 pokazan je odnos energetskih razreda prije obnove u odnosu na godine izgradnje kuća.



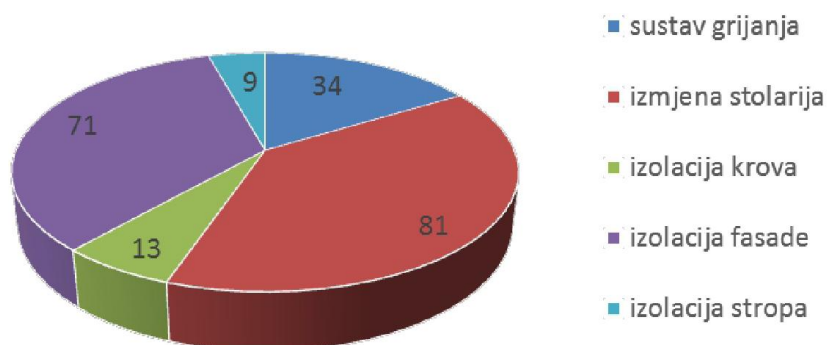
Slika 5. Energetski razredi po godinama izgradnje kuća prije obnove

Da bi se postiglo povećanje energetskih razreda na kućama su provedene od jedne do četiri mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti (u prosjeku 2,08 mjera po kući). Najčešće poduzeta mjera je bila izmjena stolarije. Procjenjuje se da se ugradbom današnjih standardnih prozora (s $U_w = 1,36 \text{ W/m}^2\text{K}$) uštedi nešto više od polovice energije za grijanje (7.000 litara loživog ulja na 25 m^2 površine prozora, kroz 25 godina) u odnosu na kuće s drvenim prozorima iz 1980-tih godina (14.500 l loživog ulja na 25 m^2 površine prozora, kroz 25 godina), koji su kod nas još uvijek vrlo česti. Ugradbom prozora s iznimnim svojstvima toplinske izolacije (npr. Synego s $U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$) potrošnja energije za grijanje je manja od 30% u odnosu na kuće s drvenim prozorima iz 1980-tih godina [6]. Vlasnici su, prema prijedlogu mjera iz javnog poziva, odabirali ono što mogu financirati prema vlastitim mogućnostima (uz sufinanciranje Fonda za zaštitu okoliša). Minimalno ulaganje (zajedno sa sufinanciranjem Fonda) po kući je bilo 11.600 kn (samo zamjena vanjske stolarije), a najveće je bilo 168.000 kn (zamjena vanjske stolarije, izrada novog, toplinski učinkovitog pročelja i promjena sustava grijanja). Prema natječaju iz 2015. godine nije bila propisana minimalna ušteda koja se treba postići kroz sufinancirane mjere, a za sljedeći natječaj (za 2017. godinu) najavljuje se da će biti zahtjevana minimalna ušteda u energiji od 50%.

Kako pokazuje slika 6. poduzete mjere za povećanje energetske učinkovitosti na razmatranih 100 obiteljskih kuća obuhvaćaju:

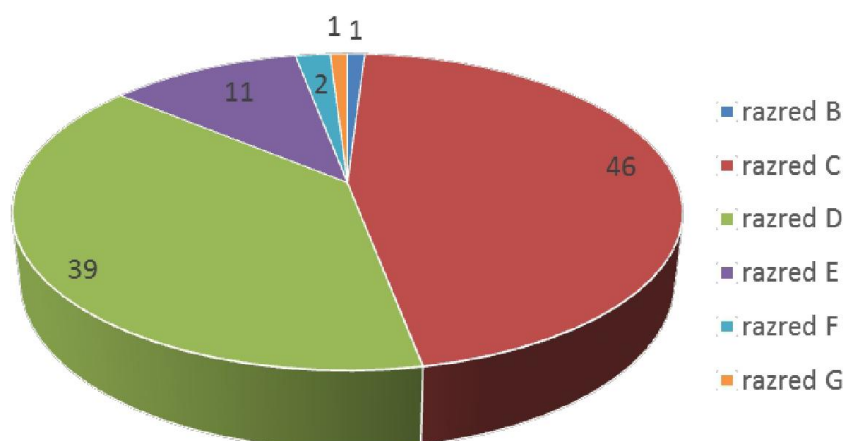
- izmjena vanjske stolarije (na 81 kući),
- povećanje toplinske zaštite vanjske ovojnice - vanjskog zida (na 71 kući), krova (na 13

kuća) i stropa prema negrijanom prostoru (na 9 kuća),
- novi sustav grijanja (na 34 kuće).



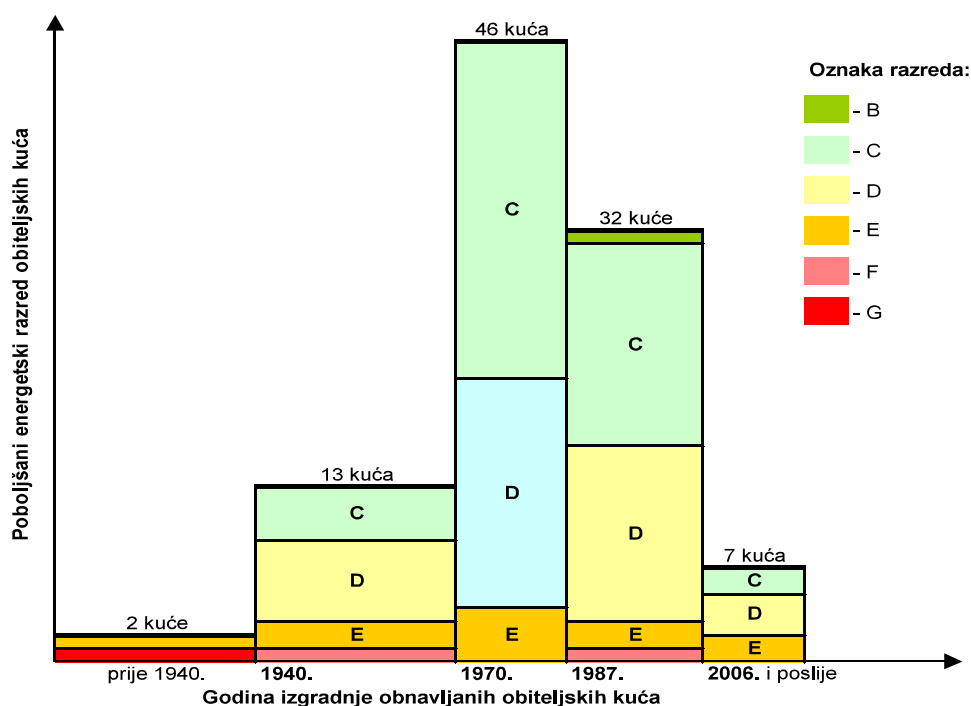
Slika 6. Udio primijenjenih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti

Nakon energetske obnove obiteljskih kuća izvršen je drugi i završni energetski pregled kojim se određuje novi energetski razred. Rezultati za analiziranih 100 obiteljskih kuća su prikazani na slici 7.



Slika 7. Energetski razredi poslije energetske obnove

Udio razreda po godinama izgradnje kuća nakon poduzetih mjera energetske obnove pokazan je dijagramom na slici 8.



Slika 8. Poboljšani energetske razredi po godinama izgradnje kuća

5. Zaključak

U promatranom skupu certificiranih i obnovljenih obiteljskih kuća poduzetim mjerama energetske učinkovitosti poboljšani su energetske razred kod 85% obiteljskih kuća tako da su ostvarile razred B (samo jedna), C i D (prije obnove 72% kuća bilo je G, E i F razred), a ostale su zadržale postojeći razred (svega 11% obiteljskih kuća je zadržalo E razred, a 4% je F i G). To upućuje na ispravnost najavljenih mjera propisivanja minimalne uštede kod sufinanciranja mjera energetske učinkovitosti od strane nadležnog Fonda.

Prosječna ušteda u energiji za grijanje za svih 100 obiteljskih kuća iznosi 39% (izračunato računalnim programom). Minimalna ušteda kod kuća iz promatranog skupa bila je 5% (samo izmjena vanjske stolarije), a najveća ostvarena ušteda u energiji za grijanje je 63% i to je postignuto sinergijom mjera izmjene vanjske stolarije, povećanja toplinske zaštite vanjske ovojnice (vanjski zid) te promjenom sustava grijanja.

Iz analize odnosa godina izgradnje kuća i energetske razreda prije i poslije mjera obnove može se zaključiti da se unaprjeđenja mogu postići kod kuća svih razdoblja izgradnje te da povećanje razreda kod kuća na ovom području nije uvjetovano godinom izgradnje, nego ovisi o broju poduzetih mjera i kvaliteti ugrađenih materijala (prozora, toplinske izolacije i dr.).

Ukupna vrijednost radova provedenih mjera na ovih 100 obiteljskih kuća iznosi 7.340.000 kuna (s PDV-a). Od vrijednosti izvedenih radova vlasnici su investirali od 20 do 60%, a preostali dio financirao je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, ovisno o području na kome se obiteljska kuća nalazi. Obzirom na navedenu veličinu ostvarene

uštete u potrošnji energije može se pretpostaviti da će se uložena financijska sredstva isplatiti za cca 5 do 20 godina (gledano kao jednostavni period povrata koji ne uzima u obzir promjenu vrijednosti uloženog novca s vremenom).

6. Literatura

- [1] Veršić, Zoran. Energetska učinkovitost u zgradarstvu, Stručno usavršavanje ovlaštenih arhitekata i ovlaštenih inženjera, Tehničko Veleučilište u Zagrebu, 2011, <http://seminar.tvz.hr/materijali/materijali11/11A03.pdf> (datum preuzimanja 10.05.2017.)
- [2] Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti. Energetska učinkovitost u zgradarstvu - Energetska obnova obiteljskih kuća, www.fzoeu.hr/hr (datum preuzimanja 05.05.2017.)
- [3] Andrassy, Mladen; Balen, Igor; Boras, Ivanka; Dović, Damir; Borković-Hrs, Željka; Lenić, Kristian; Lončar, Dražen; Pavković, Branimir; Soldo, Vladimir; Sučić, Boris; Švaić, Srećko. Priručnik za energetske certificiranje zgrada. UNDP, Zagreb, 2010.
- [4] Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja. Energetska obnova zgrada, www.mgipu.hr/default (datum preuzimanja 05.05.2017.)
- [5] Zakon o izmjenama i dopunama zakona o gradnji // *Narodne novine*, 20(2017)
- [6] Mein zuhause - Synego fenster. Brošura. REHAU Unlimited Polymer Solutions, <https://www.rehau.com/download/1589282/synego-broschuere.pdf> (datum preuzimanja 25.06.2017.)