

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

13. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
13th NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

6. MEĐUNARODNI SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
6th 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
Pollack Mihály Faculty of Engineering
H-7624 Pécs, Boszorkány u. 2



Suorganizatori
Co-organizers



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

Osijek, 23.- 25.09.2015.

PLIN 2015

ZBRONIK RADOVA 6. MEĐUNARODNOG SKUPA O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI

PROCEEDINGS OF 6th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

Izdavač / Publisher: Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu

Email: plin@sfsb.hr

URL: <http://www.konferencija-plin.com/>

Urednici / Editors:

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

PLIN 2015 Organizacijski odbor / PLIN 2015 Organization committee:

Marija RAOS, Hrvatska, predsjednica organizacijskog odbora
Tomislav GALETA, Hrvatska
Miroslav DUSPARA, 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

Strukovna potpora / Professional support:



Hrvatska komora
inženjera strojarstva



Hrvatska komora
inženjera elektrotehnike



Hrvatska komora
inženjera građevinarstva



Sponzori / Sponsors



PLIN 2015 Počasni odbor / PLIN 2015 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 2015 Znanstveni odbor / PLIN 2015 Scientific committee:

Dražan KOZAK, predsjednik, Hrvatska
Antun STOIĆ zamjenik pred., Hrvatska
Darko BAJIĆ, Crna Gora
Károly BELINA, Mađarska
Milorad BOJIĆ, Srbija
Ivan BOŠNJAK, Hrvatska
Aida BUČO-SMAJIĆ, BiH
Zlatan CAR, Hrvatska
Robert ČEP, Češka
Majda ČOHODAR, BiH
Ejub DŽAFEROVIĆ, BiH
Tomislav GALETA, Hrvatska
Antun GALOVIĆ, 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
Antun PINTARIĆ, Hrvatska
Miroslav PLANČAK, Srbija
Marko RAKIN, Srbija
Pero RAOS, Hrvatska
Alessandro RUGGIERO, Italija
Aleksandar SEDMAK, Srbija
Marinko STOJKOV, 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

Pozvana predavanja / Key lectures

Damir Fekete, Zlatko Tonković, Pero Raos

**UTJECAJ MJERNE POGREŠKE PLINOMJERA NA OBRAČUN
POTROŠNJE PLINA / THE EFFECT OF MEASUREMENT ERROR
OF THE GAS METER TO THE CALCULATION OF GAS
CONSUMPTION**

Marija Živić, Marinko Stojkov, Dalibor Bukvić

**ANALIZA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI CENTRALIZIRANOG
SUSTAVA ZA PROIZVODNJU I DISTRIBUCIJU TOPLINSKE
ENERGIJE / ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF DISTRICT
HEATING SYSTEM**



SADRŽAJ / CONTENTS

UTJECAJ MJERNE POGREŠKE PLINOMJERA NA OBRAČUN POTROŠNJE PLINA D. Fekete, Z. Tonković, P. Raos	1
ANALIZA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI CENTRALIZIRANOG SUSTAVA ZA PROIZVODNJU I DISTRIBUCIJU TOPLINSKE ENERGIJE M. Živić, M. Stojkov, D. Bukvić.....	11
POSTROJENJE ZA KONTINUIRANU PRERADU OTPADNOG MOTORNOG ULJA U DIZELSKO GORIVO M. Stojčević, D. Kozak	21
REHABILITACIJA CJEVOVODNIH SUSTAVA M.Šavar, H. Wolf, I. Sutlović	33
A NEW APPROACH IN PREVENTION OF DEPOSITS FORMATION ON THE STEAM GENERATING SURFACES S. Vidojkovic, M. Rakin, B. Janackovic.....	42
IZNALAŽENJE OPTIMALNE DEBLJINE ETICS SUSTAVA B. Perković, T. Barić, H. Glavaš	51
KOORDINACIJA ZAŠTITE FOTONAPONSKE ELEKTRANE SNAGE 500 KW NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU S. Nikolovski, G. Knežević, A.Wolf	58
REVIZIJA NORME ISO 9001:2015 L. Maglić, O. Maglić.....	69
EDUKACIJA U SVRHU IMPLEMENTACIJE TEHNIČKE REGULATIVE H. Škufca, J. Osmanković	76
ULOGA UTILIZATORA U POSTIZANJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI T. Grizelj, J. Hrnjica Bajramović.....	86
RAZVOJ PLINIFIKACIJE I DOPRINOSI ENERGETSKOJ STABILNOSTI U SLAVONSKOJ REGIJI - 40 GODINA HEP PLINA D.O.O. OSIJEK Z. Tonković, M. Ivanović.....	94
METODOLOGIJA IZRAČUNA EMISIJE UGLJIKOVOG DIOKSIDA D. Tumara, I. Sutlović, P. Raos.....	108
ZAVARIVANJE POLIMERNIH MATERIJALA U STRUJI VRUĆEG ZRAKA M. Horvat, K. Pisičić, P. Raos, I. Samardžić	118
MALA HIDROELEKTRANA (MHE) „PLETERNICA“ Mihael Bošnjak, M. Stojkov, D. Šljivac, D. Topić, A. Čikić, D. Pelin.....	131
KNOW HOW RJEŠENJA ZA EFIKASNO ISKORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE KROZ ENERGETSKU EFIKASNOST/UČINKOVITOST J. Hrnjica Bajramović, T. Grizelj.....	140
PRAVNI TEMELJI GOSPODARENJA PLINOM S. Franjić	148



RAČUNALNA IZRADA DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE

D. Štrbac, T. Galeta 155

KORIŠTENJE PRIRODNOG PLINA U SLAVONIJI I BARANJI OD 1972. DO 2014. GODINE

M. Ivanović, Z. Tonković 165

ENERGETSKI UČINCI KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE PRI INTENZIVNOJ PROIZVODNJI POVRĆA U PLASTENICIMA

A. Čikić, Z. Janković, M. Stojkov, R. Končić, B. Hršak 183

RENEWABLE ENERGY SUPPORT SCHEMES – FOR ENVIRONMENT AND/OR FOR INVESTORS?

V. Varjú 193

FRICTION IN METAL MICROFORMING

B. Grizelj, D. Grizelj 203

PRIMJENA PLAZMA TEHNOLOGIJE U POSTUPCIMA BOJADISANJA TEKSTILA

S. Ercegović Ražić, J. Peran, A. Sutlović 212

KAKO SAZNAJEMO I KOLIKO ZNAMO O ENERGIJI, PRIRODNOM PLINU I OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE?

K. Hornung, M. Stojkov, E. Hnatko, M. Hornung 220

USPOREDBA APROKSIMACIJA RAZNIH REGRESIJSKIH MODELA PRI PROGNOZIRANJU POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA

I. Svalina, G. Šimunović, K. Šimunović, T. Šarić, R. Lujčić, D. Pezer, S. Havrlišan 229

LOKALNI ZAHTJEVI PRIMJENE STANDARDNE SOFTVERSKOJ APLIKACIJI ZA ANALIZU ODRŽIVOSTI KORIŠTENJA ENERGIJE MALIH VODOTOKA

Em. Trožić, En. Trožić, Ed. Smajić 239

MODELIRANJE KONTAKTA KLIZNIH POVRŠINA I PODZEMNOG VODOOPSKRBNOG CJEVOVODA

Ed. Smajić, Em. Trožić, En. Trožić 246

PRIMJENA TELEMETRIJSKIH MODULA U NADZORU VODOOPSKRBNIH SUSTAVA

En. Trožić, Em. Trožić, Ed. Smajić 252

PROVOĐENJE VELIKIH RIJEČNIH VODA

S. Maričić 261

IZRADA INTERNIH NORMATIVA VREMENA I MATERIJALA

D. Vidaković, V. Moser, I. Gušić 273

PREDNOSTI PRIMJENE SCRUM AGILNE METODOLOGIJE SOFTVERSKOG INŽENJERINGA I UPRAVLJANJA IT PROJEKTIMA U KJKP SARAJEVOGAS D.O.O.

J. Dizdarević, V. Karahodžić 287

UNAPRIJEĐENJE ODNOSA SA PRIVREDNIM SUBJEKTIMA (UGOVORNI IZVOĐAČI) KROZ USPOSTAVU I VOĐENJE CENTRALNOG ELEKTRONSKOG REGISTRA UGI

J. Dizdarević, M. Halilagić 296



Iznalaženje optimalne debljine ETICS sustava *Finding an Optimal ETICS Thickness*

B. Perković^{1,*}, T. Barić¹, H. Glavaš¹

¹Elektrotehnički fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska

*Autor za korespondenciju. E-mail: perkovic.branimir@gmail.com

Sažetak

Rad analizira iznalaženje optimalne debljine ETICS sustava za obiteljsku kuću grijanu na prirodni plin. Energetskom pregledom i analizom vanjske ovojnice utvrđene su energetske potrebe. Za različite debljine ETICS sustava korištenjem KI expert-a analizirano je smanjenje potrebe za prirodnim plinom, a na osnovu realnih podataka potrošnje iskazan jednostavni povratni period ulaganja u dodatnu izolaciju na postojeći objekt.

Abstract

The aim of paper is to find optimum thickness of ETICS for a house heated with natural gas. Energy audit and review of the outer walls was conducted in order to determine energy needs. For different thicknesses ETICS using the KI expert the reduction in demand for natural gas is analyzed. Based on real consumption data of existing house simple return period of investments is presented.

Ključne riječi: ETICS, KI expert, prirodni plin

1. Uvod

Provedbom energetskog pregleda obiteljske kuće grijane na prirodni prikupljeni su podaci za modeliranje toplinskih potreba u KI Expert-u 2013. Varijacijom različitih debljina ETICS (External Thermal Insulation Composite System) sustava smanjenje energetske potrebe su preko aktualne cijene prirodnog plina iskazane u kunskoj vrijednosti. Nakon analize trenutno dostupnih tehničkih rješenja i iskazanih troškovnika za jedinične vrijednosti izračunati su JPP (jednostavni povratni periodi) u investiciju ETICS sustava. Cilj rada je na osnovi energetske uštede i realnih maloprodajnih troškovnika iznaći optimalnu debljinu ETICS sustava za analizirani stambeni objekt [1].

2. ETICS toplinski izolacijski sustavi

2.1. Uloga toplinske izolacije

Neizolirani stambeni objekti imaju povećane toplinske gubitke topline zimi, pregrijavanje ljeti. Primjenom toplinske izolacije objekta osim ušteda energije za grijanje i hlađenje, dovodimo do zaštite objekta od kondenzacije, vlage i nastanka plijesni i gljivica. Postavljanjem toplinske izolacije povećava se standard življenja i smanjuje potrošnja energije od 40 do 80 %.. Razlika između temperature prostorije i površine zida ne bi smjela biti veća od 3°C [2].



2.2. Vrste toplinske izolacije

Toplinske izolacije možemo podijeliti na anorganske i organske. Na našim prostorima najviše se od anorganskih toplinskih izolacija koristi mineralna vuna, a kod organskih toplinskih izolacija ekspanzirani polistiren (EPS) i ekstrudirani polistiren (XPS). Neki od korištenih materijala u toplinskim izolacijama objekta nalaze se u tablici 1. gdje su navedena neka od njihovih svojstava i njihova mogućnost primjene na različitim podlogama [2].

Tablica 1. Osobine izolacijskih materijala

Materijal	Pluto	EPS	Mineralna pjena	Mineralna vuna	Drveno vlakno
λ [W/(m·K)]	0,04	0,035-0,04	0,045	0,035-0,04	0,045
Zapaljivost	E	E	A1	A1	E
Paropropusnost	10-18	30-50	3-6	1	5
Gustoća	120 kg/m ³	15 kg/m ³	115 kg/m ³	135 kg/m ³	190 kg/m ³
Ekologija	++	+	++	+	++

Podloga

Beton	++	++	++	++	+
Puna cigla	++	++	++	++	+
Šuplja cigla	++	++	++	++	+
Lagani beton	++	++	++	++	+
Porobeton	++	-	++	++	+
Puno drvo	++	+	-	+	++
Drvo	-	-	-	-	++
Novogradnja	++	++	++	++	++
Starogradnja	++	++	++	++	+

Legenda: ++ vrlo dobra / + dobra / - neprikladna

2.3. Postupak ugradnje ETICS sustava

ETICS (External Thermal Insulation Composite System – vanjski toplinski izolacijski sustav) sustav je najčešći oblik izolacije građevina. Prije početka ugradnje ETICS sustava potrebno je pripremiti stambeni objekt, zaštititi stolariju i ukloniti nečistoće. Kod postojećih stambenih objekata koji se rekonstruiraju od posebne važnosti je provjera čvrstoće podloge koja se izvodi pomoću nekoliko jednostavnih testova. Nakon vizualnog pregleda, pravi se test brisanjem kako bi se utvrdilo postojanje prašine, postojanost boja ili pojava štetnog iscjetavanja. Slijedi test grebanja pomoću oštrog predmeta s ciljem utvrđivanja čvrstoće i nosivosti, potom se vrši test močenja i provjera ravnoće zida. Kada se naprave svi testovi slijedi završna provjera prionjivosti pomoću staklene mrežice koja se utopi u ljepilo za stiropor tako da jedan kraj mrežice ostane izvan ljepila. Ljepilo se ostavi tri ili više dana kako bi se dobro osušilo, te se potom napravi čupanje staklene mrežice pri čemu ne smije doći do odvajanja ljepila od podloge. Kada su napravljeni svi testovi na podlozi možemo početi



sa postavljanjem ETICS sustava [3]. U tablici 2. detaljan je opis troškovnika ETICS sustava s EPS-om debljine 5 cm.

Tablica 2. Troškovnik ETICS-a za izolaciju najvećeg dijela vanjske ovojnice

Materijal	Potrošnja	Jedinična cijena	Ukupna cijena kn/m ²
Cokl profil [m ¹]	0,15	10,00	1,50
Vita grund [lit/m ²]	0,10	23,25	2,33
Ljepilo Finalterm [kg/m ²]	5	2,75	13,75
EPS 10 cm [m ²]	1,05	40,00	42,00
Pričvrsnica 180 [kom/m ²]	6	0,80	4,80
Kutnik s mrežicom [m ¹]	0,3	3,30	0,99
Armatura mrežica [m ²]	1,1	6,10	6,71
Ljepilo Finalterm [kg/m ²]	5	2,75	13,75
Finalgrund [kg/m ²]	0,2	13,54	2,71
Final akrilna žbuka 1,5 mm [kg/m ²]	2,5	10,00	25,00
UKUPNO			116,53

Tablica 3. pruža uvid u jedinični trošak izolacije nadtemelnog zida tj. cokla objekta. Izolacioni materijal je XPS jer se radi o dijelu objekta koji se može naći u kontaktu s vodom a svojim položajem u vanjskoj ovojnici zahtjeva obavezno termičku izolaciju radi smanjenja toplinskog toka.

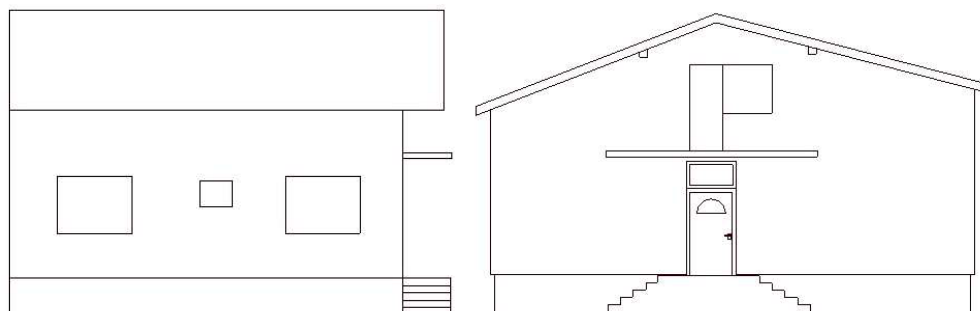
Tablica 3. Troškovnik ETICS-a za izolaciju cokla stambenog objekta

Materijal	Potrošnja	Jedinična cijena	Ukupna cijena kn/m ²
Vita grund [lit/m ²]	0,1	23,25	2,33
Ljepilo Finalterm [kg/m ²]	5	2,75	13,75
XPS 7 cm [m ²]	1,05	77,00	80,85
Pričvrsnica 180 [kom/m ²]	6	0,80	4,80
Armatura mrežica [m ²]	1,1	6,10	6,71
Ljepilo Finalterm [kg/m ²]	5	2,75	13,75
Finalgrund [kg/m ²]	0,2	13,54	2,71
Finalplast [kg/m ²]	2,5	9,20	23,00
UKUPNO			147,89

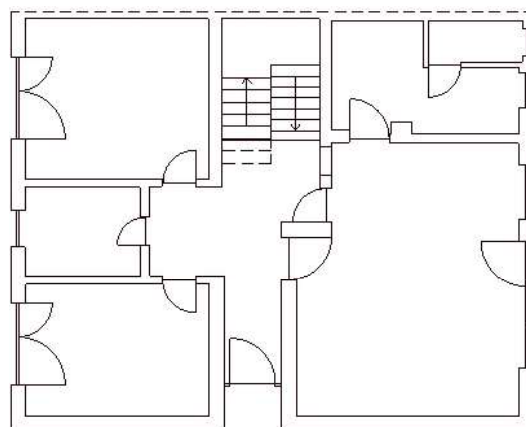
Izolacija stropa provodi se kao i izolacija zida samo bez završne žbuke zbog čega jedinični trošak iznosi 78,54 kn/m².

3. Osnovne karakteristike analiziranog stambenog objekta

Analizirani stambeni objekt je prizemnica širine 9,25 m i dubine 11 m svojim zapadnim zidom naslonjena na drugi objekt sličnih gabarita. Neto podna površina je 95 m². Slika 1. prikazuje južno i istočno pročelje objekta, a slika 2. tlocrtni oblik vanjske ovojnice.

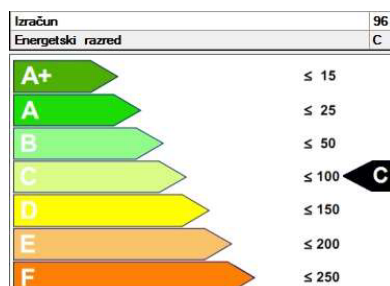


Slika 1. Južno i istočno pročelje objekta



Slika 2. Tlocrt vanjske ovojnice

Uvrštavanjem informacija o vanjskoj ovojnici u programsku podršku KI expert dolazimo do informacija o energetske potreba za projektnu temperaturu od 20 °C tj. energetskog razreda C, slika 3.



Slika 3. Energetski razred objekta

4. Određivanje optimalne debljine ETICS sustava

Vanjska ovojnica objekta građena je od bloka 25 cm i već posjeduje ETISC sustav debljine 5 cm EPS-a starosti 10 godina. Cokl nije izoliran, a strop prema tavanu u glazuri ima 5 cm EPS-a. Podaci iz programske podrške ukazuju da je najveći dio toplinskih gubitaka povezan s tokovima kroz strop i pod građevine. Kako bi se udovoljio tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama bilo bi potrebno postaviti izolacijske ploče od ekspandiranog polistirena debljine 18 cm. Stoga bi osim vanjske ovojnice stambenog objekta treba izolirati i strop. Taj odabir je prvenstveno učinjen zbog jednostavnosti izvođenja, te najvećeg mogućeg dobitka uz najmanje ulaganje. Izolaciju poda nije razmatrana opcija zbog prevelikog troška. Izračun jednostavne procjene povratka investicije bazirati ćemo na zatečenom stanju potrebne energije za grijanje $Q_{H,nd} = 96 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ($Q_{H,nd} = 8316 \text{ kWh}$) tijekom godine, ali uvažavajući ponašanje korisnika tj. realnu potrošnju energenta. Osnovni energent za podmirenje energetske potreba (grijanje, kuhanje i PTV) je prirodni plin. Potrošnja prirodnog plina (na osnovu podataka zaprimljenih od distributera) u posljednje dvije godine prikazana je u tablici 4., a iznosi izdanih računa po mjesecima za potrošeni prirodni plin u posljednje dvije godine u tablici 5. Diskontinuitet u podacima je posljedica produženog intervala očitavanja brojila u ljetnim mjesecima.

Tablica 4. Pregled potrošnje prirodnog plina u posljednje dvije godine u (m^3)

Godina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Ukupno
2013.	298	257	243	99	0	67	0	51	32	94	165	299	1605
2014.	299	211	165	86	56	0	43	0	49	100	139	294	1442

Tablica 5. Pregled izdanih računa u posljednje dvije godine u (kn)

Godina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Ukupno
2013.	1103,84	953,69	901,29	381,75	0	287,15	0	227,36	137,25	360,8	619,8	1100,7	6073,63
2014.	1100,7	803,04	619,8	338,88	226,09	0	193,04	0	218,08	392,78	535,23	1115,43	5543,07

Analizom postojećeg ETICS-a odlučeno je aplicirati novi na postojeći. Na tržištu su dostupne izolacijske ploče od ekspandiranog polistirena debljine: 5 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, 15 cm, 18 cm i 20 cm. U tablici 6. prikazan je trošak postavljanja ETICS-a sa 10 cm EPS-a i dimenzije površina na koje se aplicira.

Tablica 6. Troškovnik materijala za izolaciju stambenog objekta sa cijenom postavljanja

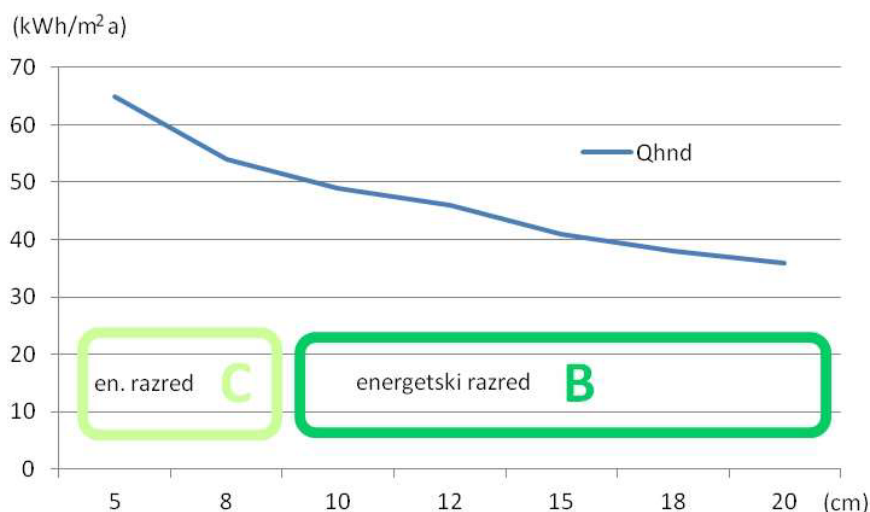
Usluga	Cijena po m^2	Kvadratura	Ukupna cijena
Izolacija vanjske ovojnice	116,53	76	8856,51
Izolacija cokla	147,89	20	2957,86
Izolacija stropa	78,53	107	8403,25
Postavljanje	85,00	203	17255,00
UKUPNO			37.472,61

Za svaku od navedenih debljina proveden je proračun toplinskih potreba i razlika u energiji kao ušteda iskazana kroz kunski ekvivalent podijeljena je s investicijom kako bi došli do potrebnog broja godina za povrat ulaganja. Tablica 7. pokazuje ukupan trošak investicije u ovisnosti debljine ETICS-a.

Tablica 7. Ukupni iznos investicije u ETICS u ovisnosti debljine apliciranog EPS-a

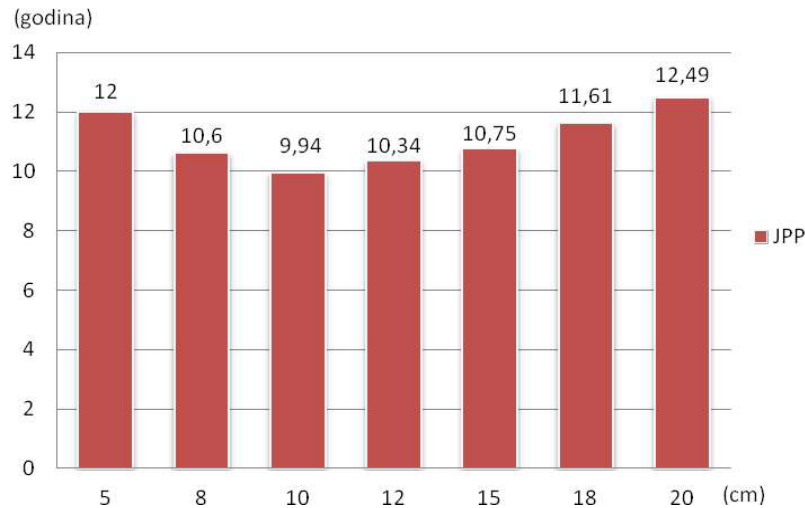
Debljina EPS-a (cm)	Investicija s uključenim PDV-om (kn)
5	30216,62
8	34344,41
10	37472,61
12	41368,01
15	47470,31
18	54343,61
20	60195,61

Poboljšanjem toplinskog otpora vanjske ovojnice dolazi do promjene u specifičnim toplinski potrebama. Na slici 4. prikazana je promjena $Q_{H,nd}$ u ovisnosti debljine ETICS sustava i klasifikaciju objekta u energetske razrede.



Slika 4. Specifične energetske potrebe u ovisnosti debljine ETICS-a

Povećanje izolacije iznad 20 cm u konkretnom slučaju ne znači poboljšanje energetske svojstva jer podne površine nisu izolirane a postoje toplinski mostovi balkona i ulaznog stepeništa. Tehnička rješenja poput uklanjanja betonske konstrukcije i izrade nove na novim temeljima bez kontakta s objektom nije jeftino rješenje, ali jedino ukoliko bi se energetske razred želio prebaciti u A. Budući da je smisao energetske obnove iznalaženje optimuma u našem slučaju cilj je naći rješenje s najmanjim jednostavnim povratim periodom. Na slici 5. prikazan je rezultat provedene analize za dostupne debljine toplinske izolacije.



Slika 5. Ovisnost JPP o debljini ETICS-a

Optimalna debljina izolacije za analizirani stambeni objekt na osnovu JPP je 10 cm. Uvažavajući prosječnu plaću na području županije potrebno je malo više od 9 mjesečnih primanja za investiciju a punih 10 godina za njenu otplatu kroz ostvarene uštede u grijanju. Ono što se brojevima ne može iskazati je osjećaj ugođe korisnika.

5. Zaključak

Najčešći oblik termičke izolacije građevina predstavlja ETICS (External Thermal Insulation Composite System). Na cijenu instalacije utječu brojne navedene troškovničke stavke između kojih sam izolacioni materijal EPS sudjeluje od 23 % do 54 %, a u optimalnoj izvedbi za debljinu EPS-a 10 cm sa 37 % troška. Iznalaženje optimalne debljine ETICS sustava predstavlja individualni izazov sa svaki stambeni objekt. Ako energetska obnovu planiramo uz neki oblik subvencije, treba voditi računa o zahtjevima fonda i regulativi na području energetike tj. Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (kada je moguće). Na žalost, materijalne mogućnosti korisnika objekta najčešće ne dozvoljavaju ispunjenje zahtjeva energetske politike te iznalaženje optimuma za individualne slučajeve postaje imperativ energetske obnove. Prilikom izračuna treba se voditi stvarnim ponašanjem korisnika, jer će samo u tom slučaju jednostavni povratni periodi biti realne vrijednosti.

6. Literatura

- [1] Perković, Branimir. Iznalaženje optimalne debljine ETICS sustava, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet Osijek, 2015.
- [2] Građevinski priručnik Röfix, peto izdanje, Röfix AG, Röthis, 2004.
- [3] Smjernice za izradu ETICS sustava, HUPFAS, <http://www.hupfas.hr/images/ETICS-smjernice-HUPFAS.pdf> (30.4.2015.)