

U Hrvatskoj se grijanje obiteljskih kuća najčešće provodi korištenjem električne energije, ogrjevnog drva, lož ulja, prirodnog plina i ukapljenog naftnog plina.

ELEKTRIČNA ENERGIJA

Električna energija može se koristiti za elektrootporno grijanje ili za pogon kompresijskih dizalica topline. Cijene za kućanstva formiraju se u skladu s tarifnim pravilnikom elektrodistribucijskih poduzeća. Trenutne cijene za kućanstva su prikazane u *Tablici 1*. Prema podacima HEP-a oko 50 - 60% energije (ovisno o hidrološkoj situaciji) proizvodi se radom hidroelektrana, oko 30 - 40% radom termoelektrana i oko 8 - 10% radom nuklearne elektrane Krško.

Tablica 1. Cijene opskrbe električnom energijom (stanje iz travnja 2013)

Kategorija kupaca		Tarifni model	TARIFNI ELEMENT					
			Radna energija			Radna snaga	Prekomjerna jalova energija	Naknada za mjernu uslugu i opskrbu
			JT	VT	NT			
			[Kn/kWh]	[Kn/kWh]	[Kn/kWh]	[Kn/kW]	[Kn/kvarh]	[Kn/mj]
				Tarifne stavke				
Poduzetništvo	Visoki napon	Bijeli	-	0,46	0,43	67,92	0,16	103,00
	Srednji napon	Bijeli	-	0,58	0,49	82,92	0,15	101,00
	Niski napon	Plavi	0,95	-	-	-	0,15	76,30
		Bijeli	-	1,02	0,51	-	0,15	76,30
		Crveni	-	0,66	0,53	97,92	0,15	76,30
		Narančasti	-	-	-	-	-	-
		Žuti (javna rasvjeta)	0,87	-	-	-	-	49,70
	VN-OPS	Bijeli	-	0,41	0,41	53,42	-	49,70
Kućanstvo	Niski napon	Plavi	0,48	-	-	-	-	17,40
		Bijeli	-	0,91	0,45	-	-	17,40
		Narančasti	1,16	-	-	-	-	-
		Crni	0,40	-	-	-	-	6,20

LOŽ ULJE EL

Lož ulje je često korišten energent za grijanje kućanstava. Najčešće se koristi ekstra lako lož ulje (LUEL), čiji su sastav i karakteristike sljedeći prema masenom udjelu:

C	86%
H	13%
O + N	0,5%
S	0,2%
Vrelište / Područje vrenja	180 - 300°C
Točka paljenja / Plamište	55°C
Temperatura samozapaljenja	250 - 460°C
Granice eksplozivnosti	0,6 - 6,5% v/v
Gustoća (15°C), najviše	820 - 860 kg/m ³
Točka tečenja, najviše	0 do -12°C
Viskoznost (20°C)	1,8 - 6,0 mm ² /s
Viskoznost (40°C)	1,3 - 3,8 mm ² /s
Količina sumpora, najviše	0,2%
Gornja ogrjevna moć	45400 kJ/kg (12,611 kWh/kg)
Donja ogrjevna moć	42700 kJ/kg (11,861 kWh/kg)

Cijena (maloprodajna s PDV-om) s kojom su provedene kalkulacije u ovom radnom listu iznosi 7,23 kn/l, a preračunata cijena (za gustoću 840 kg/m³) 8,61 kn/kg.

PRIRODNI PLIN

Uobičajeni sastav prirodnog plina kojeg isporučuje HEP-Plin je sljedeći:

metan	CH ₄	vol.%	92,00 - 99,00
etan	C ₂ H ₆	vol.%	0,05 - 2,60
dušik	N ₂	vol.%	0,40 - 2,90
ugljik dioksid	CO ₂	vol.%	0,05 - 0,09
viši ugljikovodici	C _m H _n	vol.%	0,10 - 0,40
gornja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H _g	kJ/m ³ kWh/m ³	40,152 11,153
donja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H _d	kJ/m ³ kWh/m ³	36,218 10,061
gustoća (0°C, 1013,25 mbar)	ρ	kg/m ³	0,753
relativna gustoća (zrak =1)	d _v	-	0,590
Wobbe broj	W _g	kJ/m ³ kWh/m ³	52,273 14,520
teoretska količina zraka za izgaranje	V _{Zmin}	m ³ /m ³	9,592

Očekivane karakteristike prirodnog plina iz polja sjevernog Jadrana koji će se distribuirati magistralnim plinovodom Pula - Karlovac su sljedeće:

metan	CH ₄	vol.%	98,8 - 99,3
dušik	N ₂	vol.%	0,5 - 1,2
ugljik dioksid	CO ₂	vol.%	0,03 - 0,15

Energenti

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Energenti

gornja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H_g	kJ/m^3 kWh/m^3	37,347 10,374
donja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H_d	kJ/m^3 kWh/m^3	33,624 9,340
gustoća (0°C, 1013,25 mbar)	ρ	kg/m^3	0,6858
relativna gustoća (zrak =1)	d_v	-	0,5605
Wobbe broj	W_g	kJ/m^3 kWh/m^3	49,886 13,857

Cijena prirodnog plina za kućanstva varira ovisno o regiji, a prema podacima distributera (Gradska plinara Zagreb) iznosi 0,39 kn/kWh.

UKAPLJENI NAFTNI PLIN (UNP)

Ukapljeni naftni plin je smjesa propana i butana. Komercijalni propan-butan plin je smjesa bez boje, okusa i mirisa, teži oko 2 puta od zraka, za uporabu je odoriziran da bi se njegova prisutnost u zraku mogla osjetiti njuhom, nije otrovan, ali kod prevelike koncentracije smanjuje količine kisika u prostoriji. Kod atmosferskog tlaka i normalne temperature propan-butan plin je u plinovitom stanju.

Tablica 2. Svojstva propana i butana prema podacima jednog od distributera

Naziv	Butan	Propan
Formula	C_4H_{10}	C_3H_8
Molarna masa M , kg/kmol	44,096	42,081
Plinska konstanta R , J/(kgK)	188,5	197,58
Maseni udio ugljika %	81,71	85,72
Maseni udio vodika %	18,28	14,28
Vrelište t_{vr} , °C	-0,5	-42
Kritična temperatura t_{kr} , °C	96,8	91,8
Kritični tlak p_{kr} , bar	42,46	44,73
Specifični volumen u plinovitom stanju (pri 15°C) v_{pl} , m ³ /kg	0,521	0,545
Specifični volumen u kapljevitom stanju (pri 15°C) v_{kap} , l/kg	1,972	1,912
Gustoća u plinovitom stanju (pri normalnim uvjetima) ρ_{pl} , kg/m ³	2,011	1,913
Gustoća u kapljevitom stanju (pri 15°C) ρ_{kap} , kg/l	0,507	0,523
Specifični toplinski kapacitet u kapljevitom stanju (pri 0°C) c_{kap} , kJ/kgK	2,43	2,64
Relativna gustoća d - (denzitet)	1,555	1,48
Gornja ogrjevna vrijednost H_g , kWh/kg	14 28,28	13,69 26,21
Donja ogrjevna vrijednost H_d , kWh/kg	12,87 25,99	12,79 24,5
Omjer ogrjevnih vrijednosti H_d/H_g	0,919	0,934

Trenutna cijena ukapljenog naftnog plina (UNP - propan - butan) na hrvatskom tržištu je 9,16 kn/kg.

BIOMASA - OGRJEVNO DRVO

Na tržištu se uglavnom nalaze bukovo, jelovo, grabovo i hrastovo drvo. Osnovna goriva tvar ne razlikuje se značajno u ogrjevoj moći, dok razlike slijede uglavnom iz sadržaja vlage te mase jednog prostornog metra (gustoća slaganja).

Prosječni sastav suhog drva je sljedeći:

C	43 - 50%
H	5 - 8%
O	35 - 45%
N	0,5 - 1%
S	0% m

Donja ogrjevna moć suhog drva je 19.975 kJ/kg (5,55 kWh/kg). Vlaga značajno utječe na ogrjevnu moć. Donja ogrjevna moć cjepanica sušenih na zraku (15% vlage) je 15.764 kJ/kg (4,38 kWh/kg).

Drvo se prodaje s cijenom koja se slobodno formira na tržištu i jako varira ovisno o sezoni, a najčešći način formiranja cijene je za 1 prostorni metar. Prosječna cijena na tržištu je oko 275 kn za prostorni metar. Uz prosječnu masu od oko 500 kg za jedan prostorni metar, ogrjevna moć jednog prostornog metra kreće se oko 1.725 kWh.

BIOMASA - PELETI

Peleti se izrađuju od otpadaka iz drvne industrije u obliku malih cilindara promjera 6mm, duljine do 35 mm, koje ne sadrži više od 8% vlage i 0,5% pepela. Pune se u spremnike u kotlovnica opskrbljene automatskim uređajem za njihovo doziranje u kotao. Moguća je doprema kamionima "cisternama".

Obzirom da ne sadrže puno vlage, njihova donja ogrjevna moć je oko 5,1 kWh/kg. Cijena na hrvatskom tržištu varira ovisno o sezoni i isporučitelju, a prosječna vrijednost kreće se oko 1,33 kn/kg.

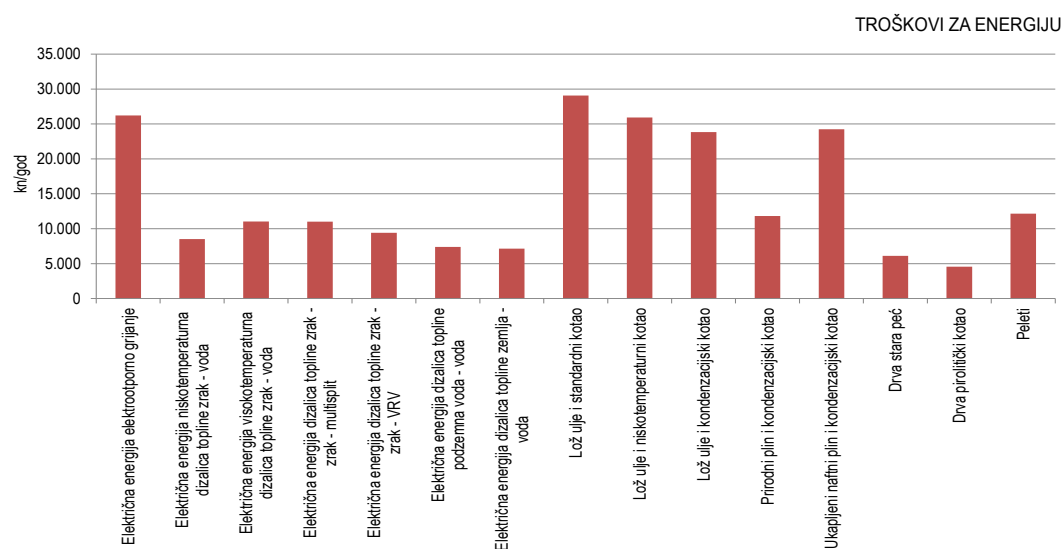


Slika 1. Peleti

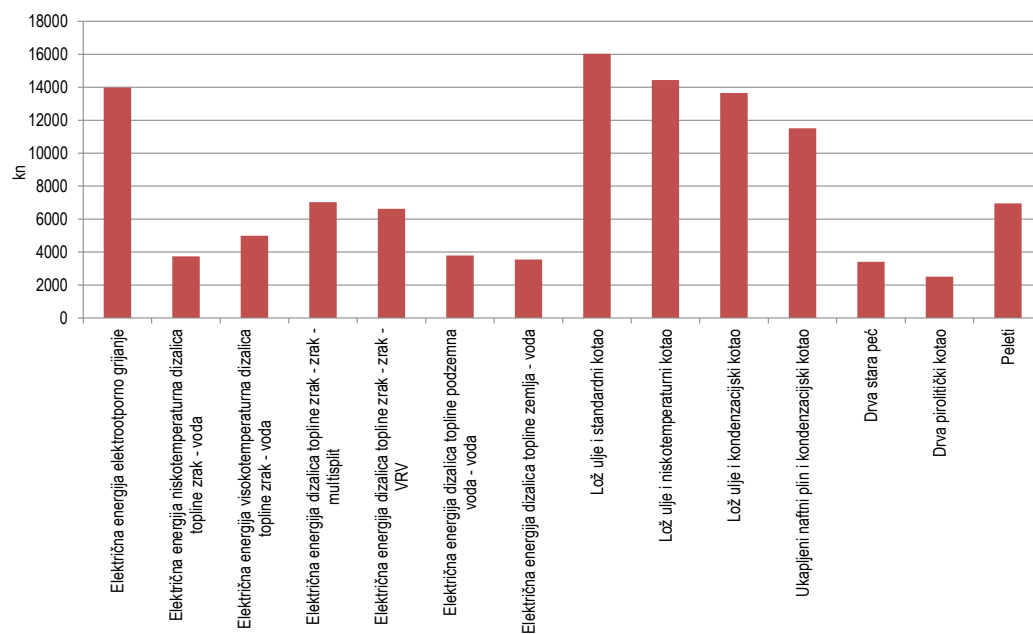
Energenti

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Troškovi energije za grijanje i pripremu potrošne vode ne ovise samo o cijeni energenta, već o lokaciji koja utječe na potrošnju energije, te o učinkovitosti sustava pomoću kojega se energent koristi. Na *Slikama 2. i 3.* prikazani su troškovi za energiju za obiteljske kuće iste površine (za razmatrani slučaj kuća je površine 150 m², izolirana u skladu sa zahtjevima propisa HRN. U.J5.600) u Zagrebu i Splitu za različite sustave grijanja



Slika 2. Troškovi energenata za obiteljsku kuću površine 150 m² u Zagrebu

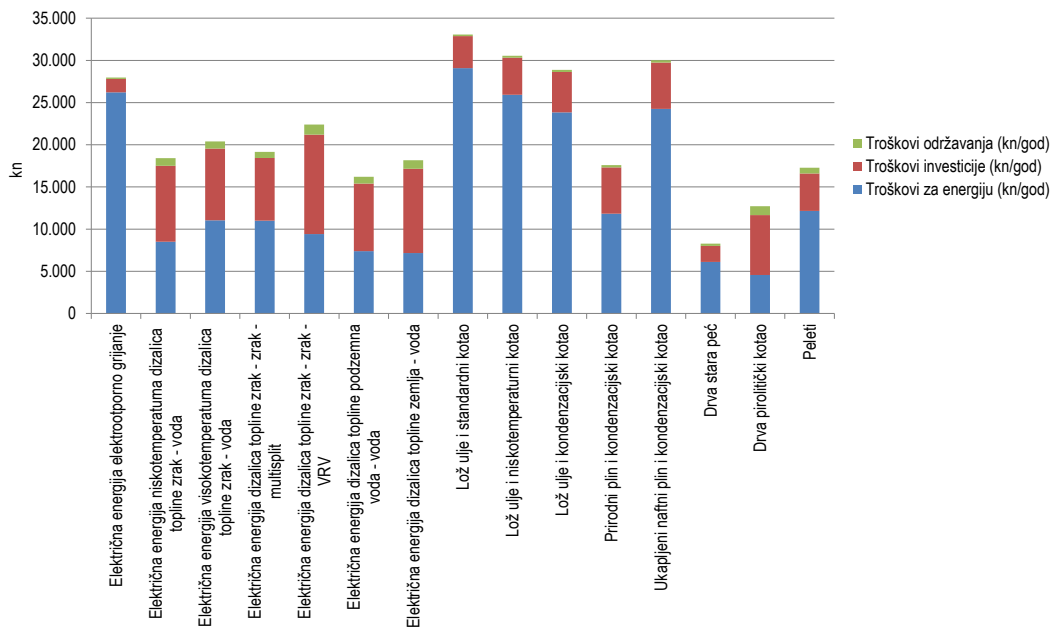


Slika 3. Troškovi energenata za obiteljsku kuću površine 150 m² u Splitu

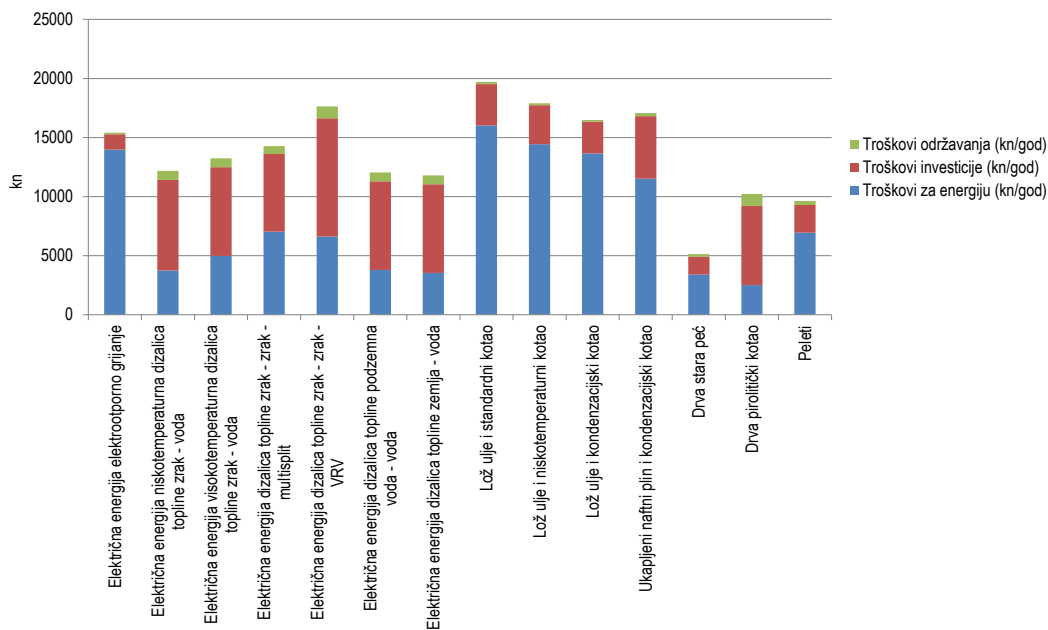
Troškovi za energiju

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Ukupne troškove čine troškovi energije, troškovi investicije i troškovi održavanja sustava. Troškovi su svedeni na jednu godinu, pri čemu su godišnji troškovi investicije određeni dijeljenjem ukupne investicije u pojedini sustav grijanja s vremenom trajanja instalacije. To je najjednostavniji način obračuna, a složeniji modeli uključivali bi utjecaj načina provedbe investicije za gradnju sustava. Godišnji troškovi održavanja usvojeni su proporcionalno investiciji.



Slika 4. Struktura i iznos ukupnih troškova grijanja i pripreme potrošne vode za obiteljsku kuću površine 150 m² u Zagrebu

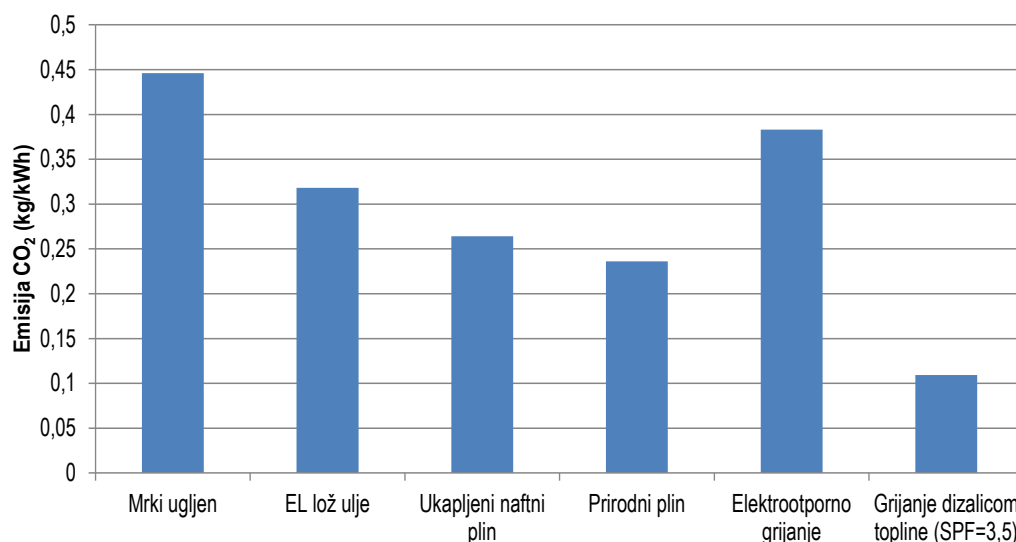


Slika 5. Struktura i iznos ukupnih troškova grijanja i pripreme potrošne vode za obiteljsku kuću površine 150 m² u Splitu

Ukupni troškovi

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Izgaranjem goriva u atmosferu se emitiraju plinovi izgaranja među kojima su ugljik dioksid CO₂, sumpor dioksid SO₂ i dušični oksidi. Pojedina vrsta goriva sadrži određenu količinu ugljika koji se pretvara u ugljik dioksid, a na ukupnu emisiju utječe učinkovitost sustava grijanja jer se ovisno o njoj mijenja količina utrošenog goriva. Kod ranije navedenog udjela hidroelektrana, termoelektrana i nuklearne elektrane u proizvodnji električne energije u Hrvatskoj, emisija CO₂ kod elektrootpornog grijanja je oko 0,366 kg/kWh, dok je to kod korištenja dizalice topline ovisno o toplinskom množiocu (koji ovisi o vrsti i temperaturi toplinskog izvora i temperaturi u sustavu grijanja), a prosječna vrijednost prikazana je na *Dijagram 5*. Drvo kao energent proizvodi oko 0,18 kg CO₂ za 1 kWh toplinske energije, međutim kako drvo u svojem životnom vijeku apsorbira CO₂, ono se smatra neutralnim gorivom obzirom na emisiju CO₂.



Slika 6. Orijentacijske vrijednosti emisije CO₂ za različita goriva i sustave grijanja

Od ostalih zagađivača izgaranjem lož ulja emitira se oko 20 g/kWh ugljik monoksida CO, oko 90 g/kWh dušičnih oksida NO_x te oko 150 g/kWh sumpor dioksida SO₂.

Kod izgaranja plina emitira se oko 18 g/kWh ugljik monoksida CO, oko 50 g/kWh dušičnih oksida NO_x, dok nema emisije sumpor dioksida SO₂.

Utjecaj na
okoliš

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
Projektни ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gaspenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapačić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)

