



Istraživački seminar o energetske učinkovitim zgradama

Tehnoekonomska analiza primjene dizalica topline

Doc.dr.sc. Marino Grozdek

Fakultet elektrotehnike i računarstva, 16.02.2015.



**Fakultet strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu**





Predstavljeni rezultati istraživanja dobiveni su u sklopu projekta
Istraživanje i promocija plitkih geotermalnih potencijala u RH

Ovaj projekt financiran je od strane Europske unije pod brojem ugovora
IPA2007/HR/16IPO/001-040506, u iznosu od maksimalno 509.695,36 EUR

Ova publikacija izrađena je uz pomoć Europske unije. Sadržaj ove publikacije
isključiva je odgovornost autora i ne odražava nužno gledišta Europske unije.



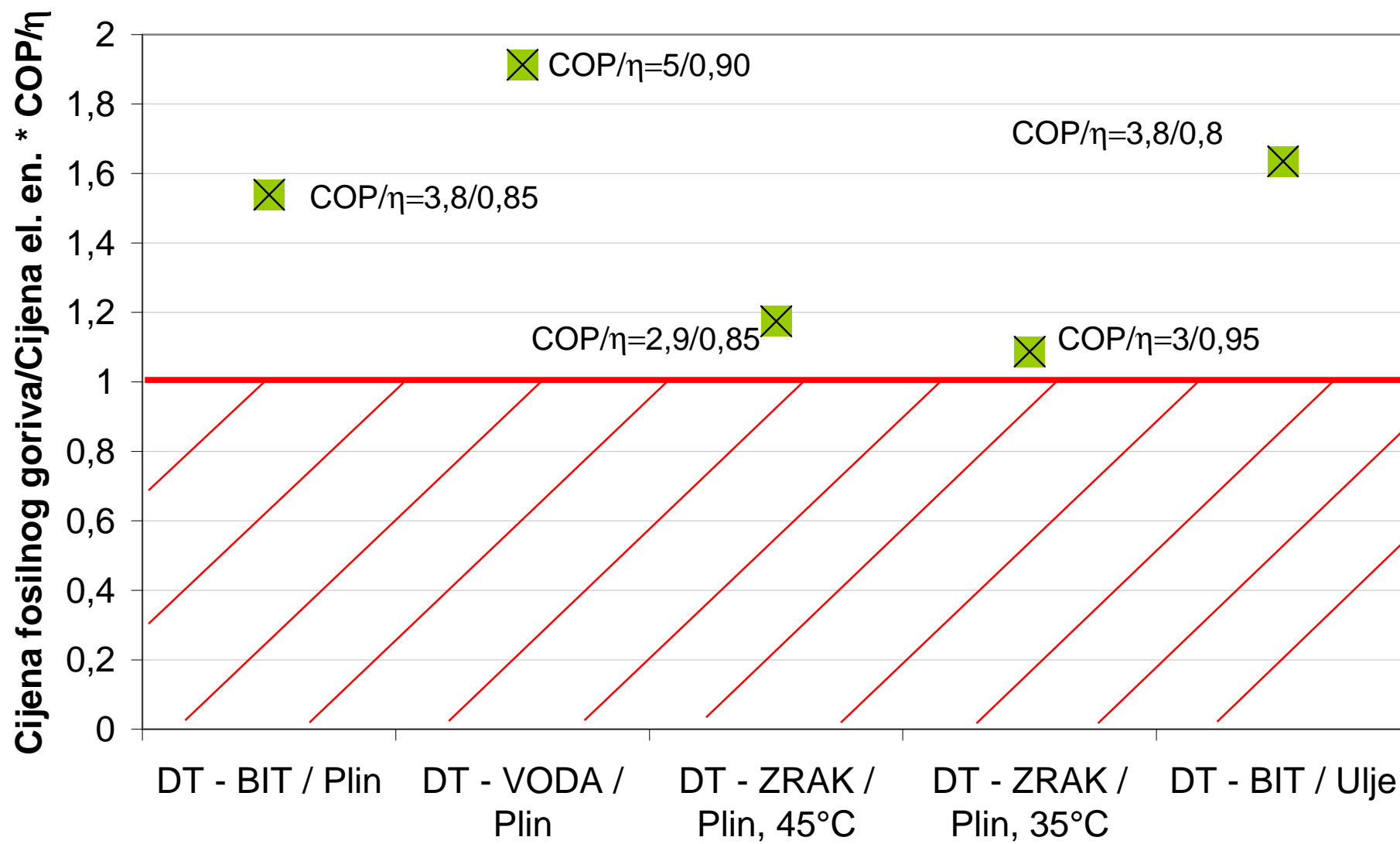
SADRŽAJ

1. ISPLATIVOST PRIMJENE DIZALICA TOPLINE S OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE
2. STRUKTURA POGONSKIH TROŠKOVA - TOPLINSKI MNOŽITELJ I FAKTOR HLAĐENJA
3. STRUKTURA TROŠKOVA ULAGANJA
4. PRIMJER EKONOMSKE ANALIZE GRIJANJA I HLAĐENJA OBITELJSKE KUĆE ZA PODRUČJE
 - A) ZAGREBA I
 - B) SPLITA.



1. ISPLATIVOST PRIMJENE DIZALICA TOPLINE S OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE

POGONSKI TROŠKOVI



CIJENA TOPLINSKE ENERGIJE IZ RAZLIČITIH IZVORA ENERGIJE

Energent		Jedinica	Cijena <i>energenta</i> s PDV-om [kn/jedinici]	Cijena <i>energenta</i> s PDV-om [kn/kWh]	Cijena <i>energije</i> s PDV-om [kn/kWh]
Električna energija, VT (za mjesečnu potrošnju oko 200 kWh)	VT	kWh	1,20	1,20	1,20
	NT	kWh	0,60	0,60	0,60
Priradni plin (za mjesečnu potrošnju veću od 100 m ³)		kWh	0,40	0,40	0,445 ($\eta=0,9$)
Ekstra lako lož ulje		lit	4,43	0,442	0,519 ($\eta=0,85$)
Dizalica topline ($\epsilon_g=3,5$)	VT	kWh	1,20	1,20	0,343
	NT	kWh	0,60	0,60	0,171

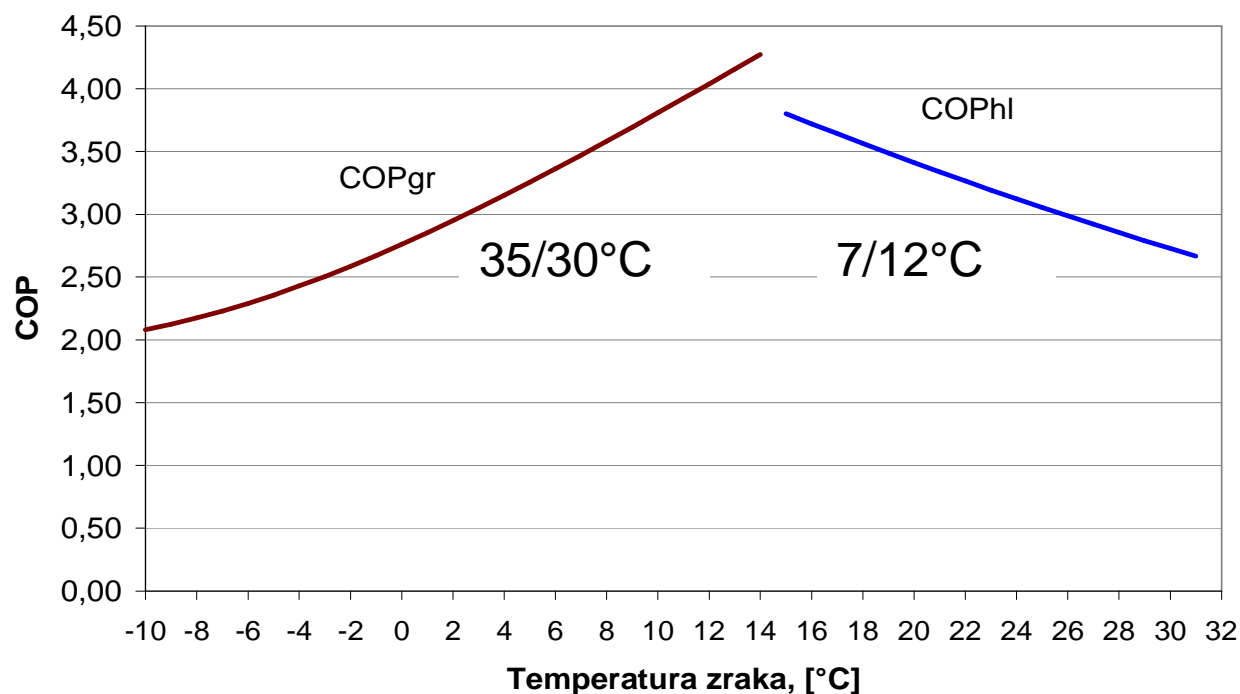
Cijena toplinske energije dobivene uz pomoć dizalice topline ($\epsilon_g = 3,5$) je:

- o **3,5 puta niža** od toplinske energije dobivene elektrootpornim grijanjem
- o **1,5 do 4,5 puta niža** od energije dobivene iz lož ulja
- o **1,3 do 2,6 puta niža** od energije iz plina.

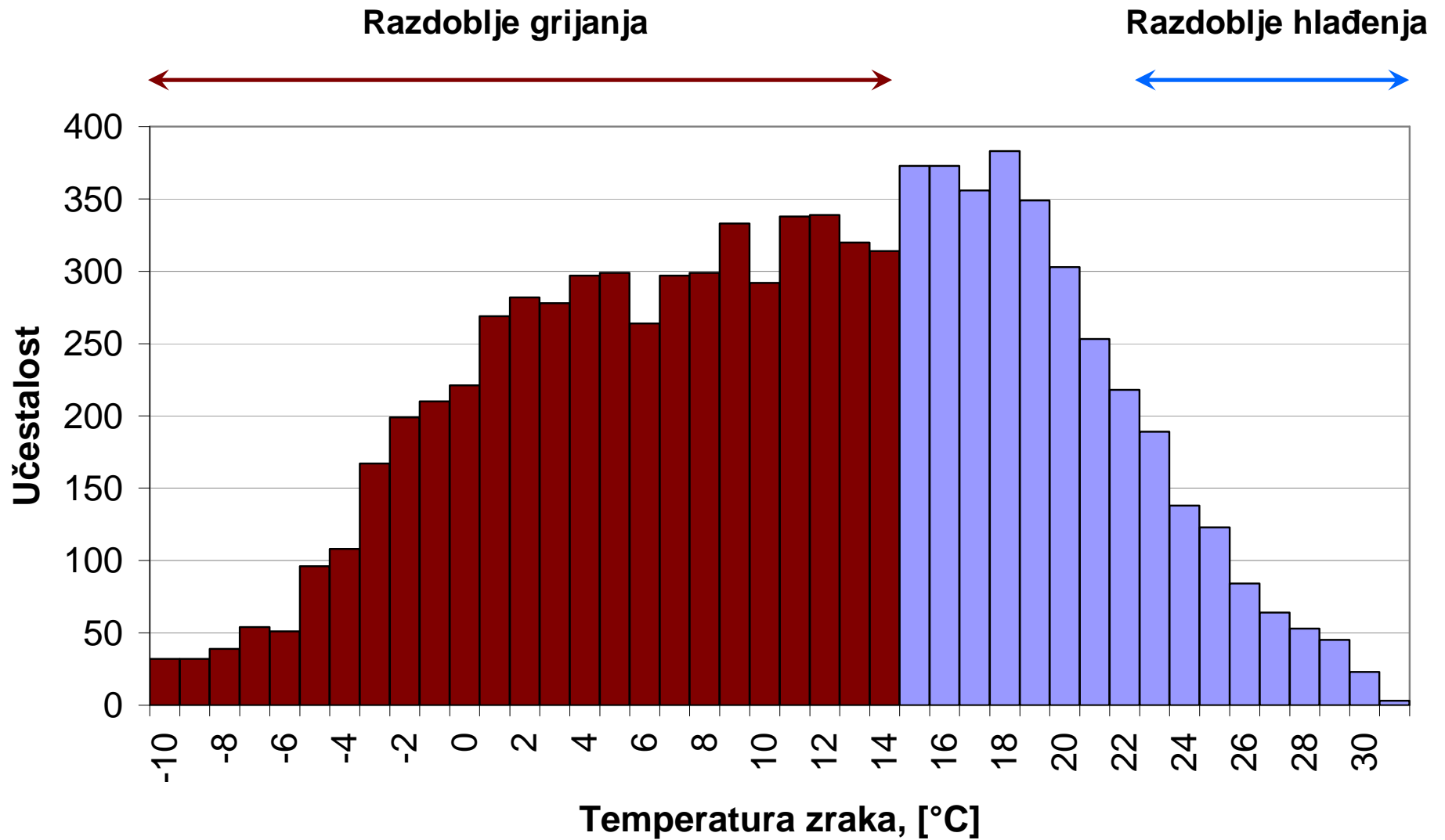


TOPLINSKI MNOŽITELJ I FAKTOR HLAĐENJA

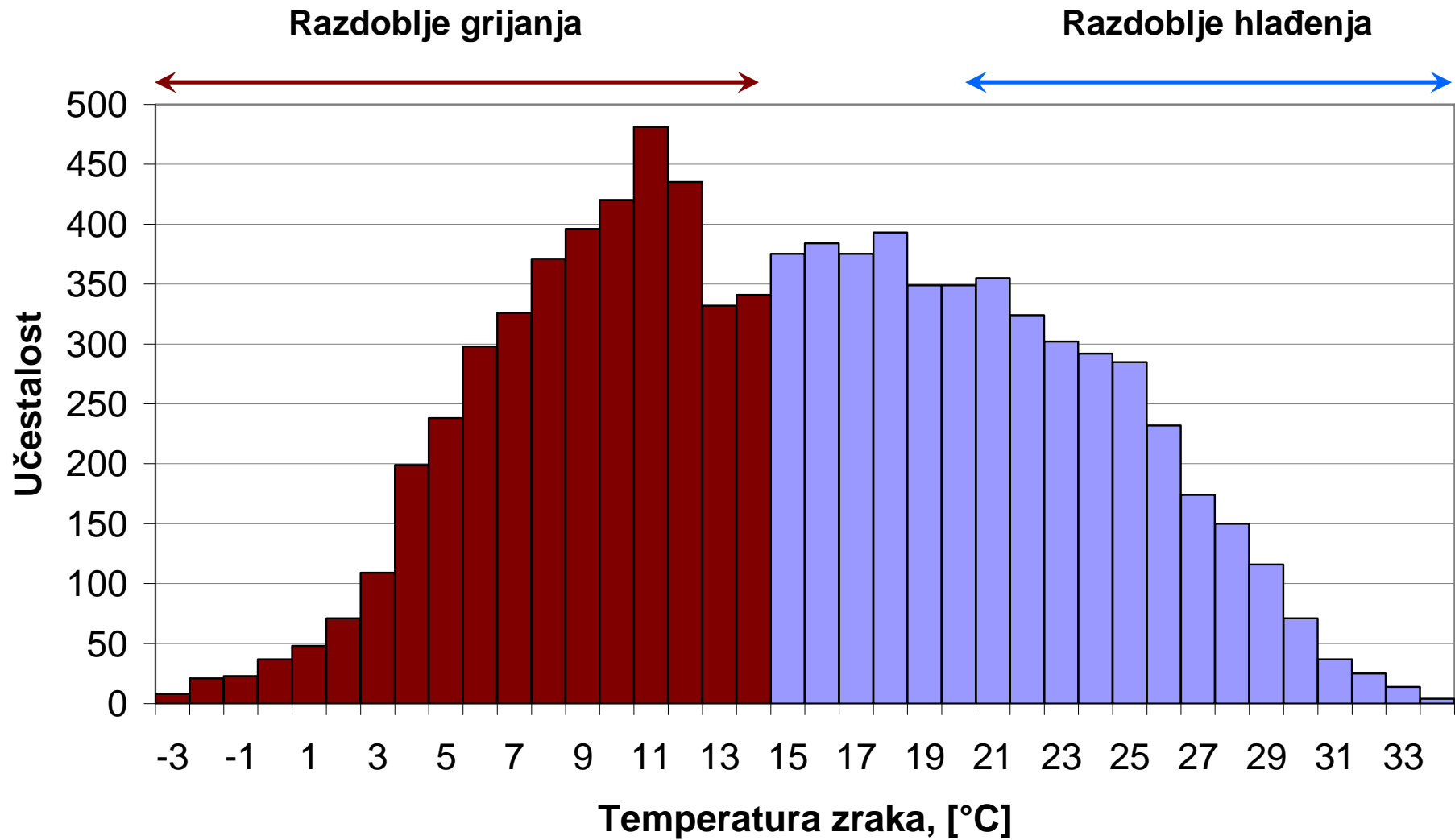
Temperatura polazne vode [°C]	COP _{gr/hl} DT - BIT	COP _{gr/hl} DT - VODA	COP _{gr/hl} DT - ZRAK	
			ZG	ST
Grijanje – 35	3,8	5,0	3,0	3,4
Grijanje – 45	3,2	4,5	2,9	3,0
Hlađenje – 7	3,2	4,8	2,6	2,4
Hlađenje – 18	4,0	5,2	3,2	2,9



UČESTALOST POJAVE TEMPERATURE ZRAKA ZA KONTINENTALNU HRVATSKU



UČESTALOST POJAVE TEMPERATURE ZRAKA ZA PRIMORSKU HRVATSKU



SUSTAVI GRIJANJA / HLAĐENJA

SUSTAV	Sustav grijanja	Sustav hlađenja	Sustav predaje toplinske energije	Temperatur ni režim grijanja [°C]	Sustav predaje rashladne energije	Temperatur ni režim hlađenja [°C]	Stupanj djelovanja/ Faktor grijanja	Faktor hlađenja
1	Plinski bojler/kotao	Split/multisplit sustav hlađenja	Radijatori	80/60	Multisplit sustav hlađenja	Direktno	0,85	3,0
2	Uljni kotao	Split/multisplit sustav hlađenja	Radijatori	80/60	Multisplit sustav hlađenja	Direktno	0,85	3,0
3	DT - BIT		Podno/zidno	35/30	Stropno	18/23	3,8	4,0
4	DT - BIT		Ventilokonvektori	45/40	Ventilokonvektori	7/12	3,2	3,2
5	DT - VODA		Podno/zidno	35/30	Stropno	18/23	5,0	5,2
6	DT - VODA		Ventilokonvektori	45/40	Ventilokonvektori	7/12	4,5	4,8
7	DT - ZRAK		Podno/zidno	35/30	Stropno	18/23	3,8	4,0
8	DT - ZRAK		Ventilokonvektori	45/40	Ventilokonvektori	7/12	ZG 2,9 (ST 3,3)	ZG 2,6 (ST 2,4)



POTREBNA OGRIJEVNA/RASHLADNA ENERGIJA/SNAGA

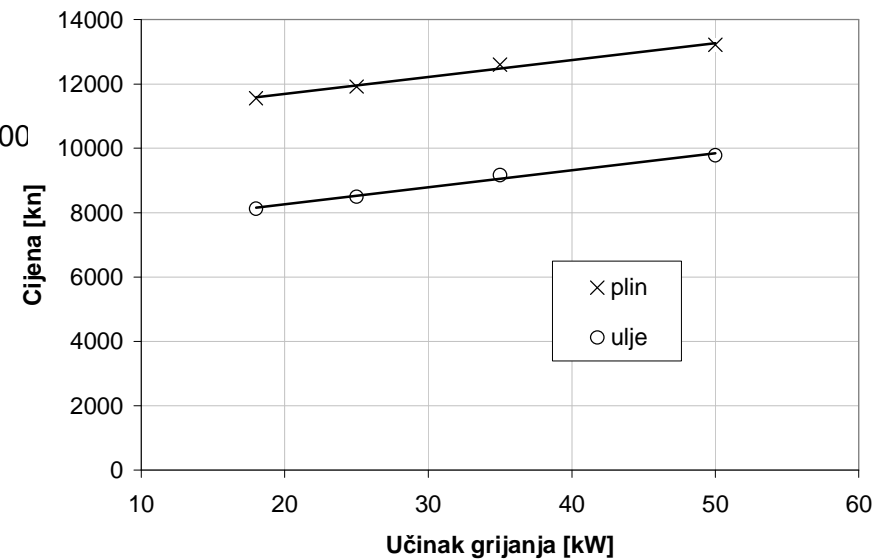
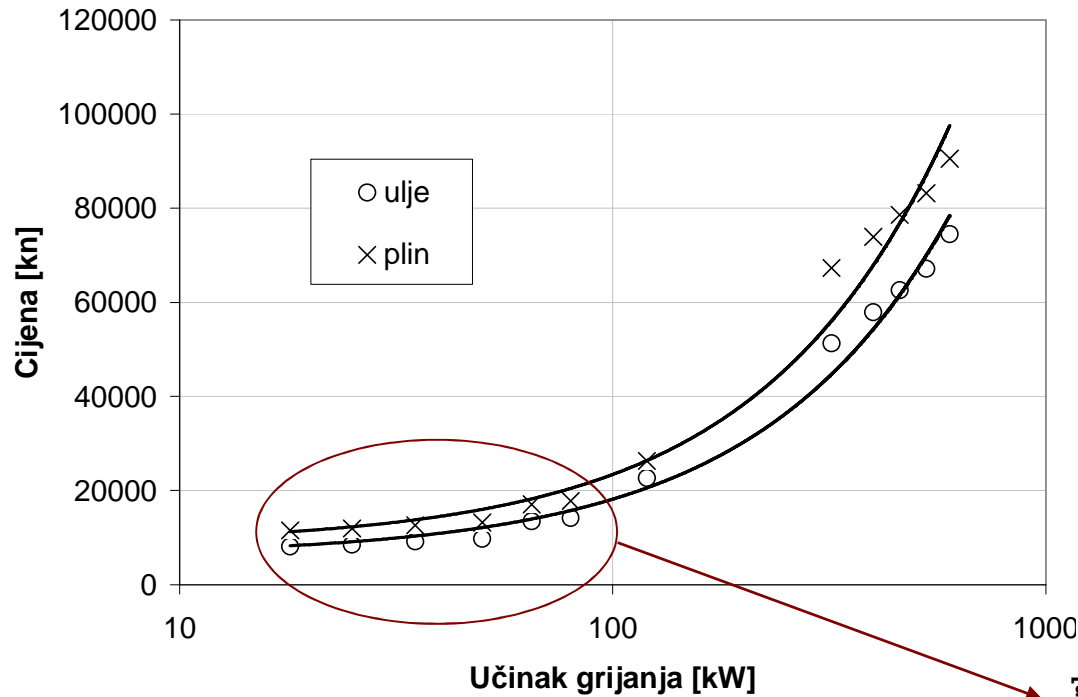
Potreba za grijanjem i hlađenjem [kWh/m ² god]				
Lokacija / Godina gradnje		< 1987	1987 - 2008	> 2008
Zagreb	grijanje	440	200	90
	hlađenje	24	20	29
Split	grijanje	240	95	45
	hlađenje	51	42	50

Specifično toplinsko i rashladno opterećenje [W/m ³]				
Lokacija / Godina gradnje		< 1987	1987 - 2008	> 2008
Zagreb	grijanje	60	30	18
	hlađenje	13	11	10
Split	grijanje	46	22	12
	hlađenje	20	16	14



TROŠKOVI ULAGANJA - PLINSKI I ULJNI KOTLOVI

CIJENA PLINSKIH I ULJNIH KOTLOVA U OVISNOSTI O UČINKU GRIJANJA



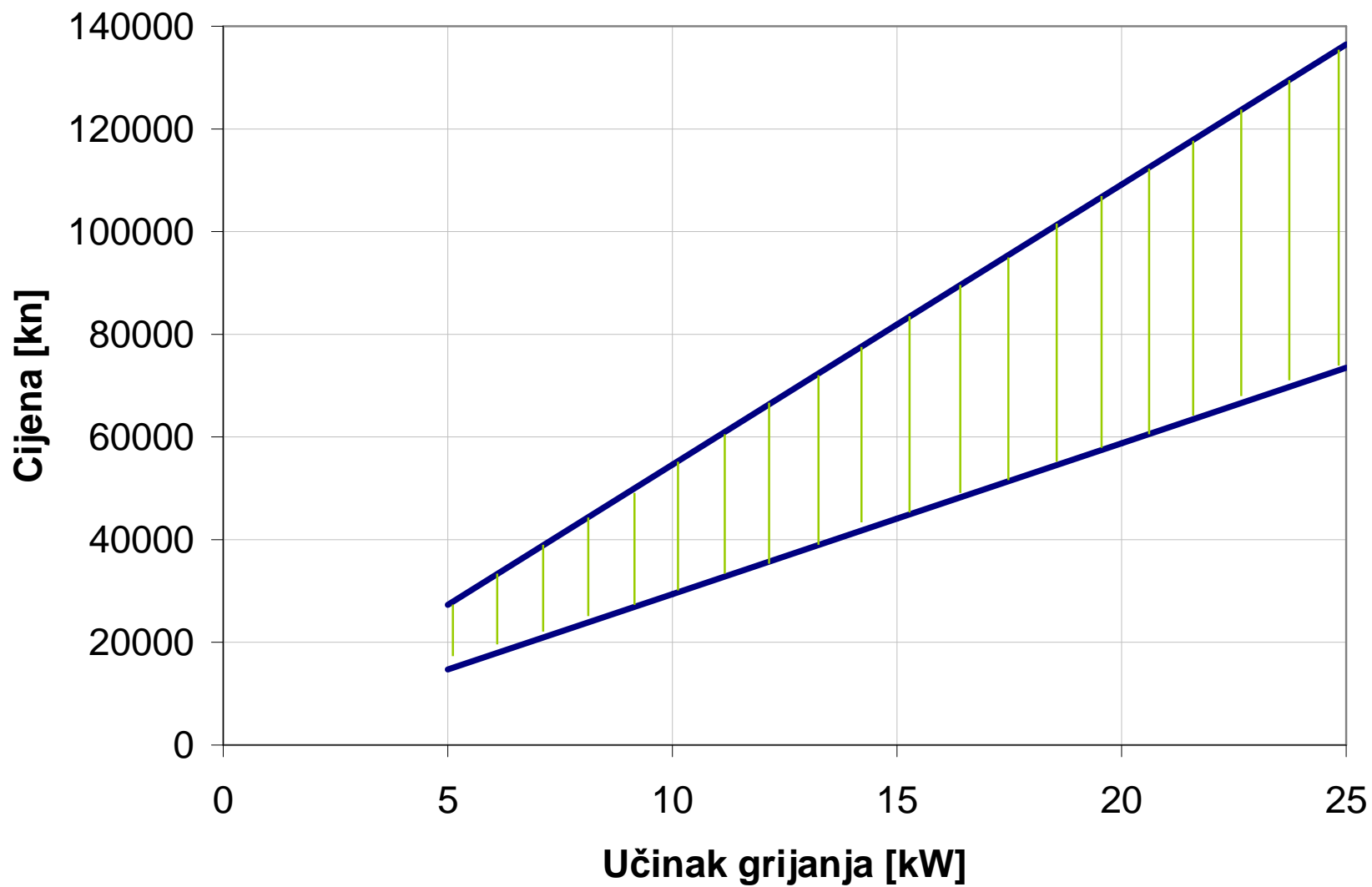
TROŠKOVI ULAGANJA – SUSTAVI PREDAJE TOPLINSKE ENERGIJE

Sustav predaje toplinske energije	Specifična cijena [kn/m ²]
Radijatorsko grijanje	100 – 150
Podno grijanje	130 – 175
Stropno hlađenje	300
Grijanje/hlađenje ventilokonvektorima	150 – 220



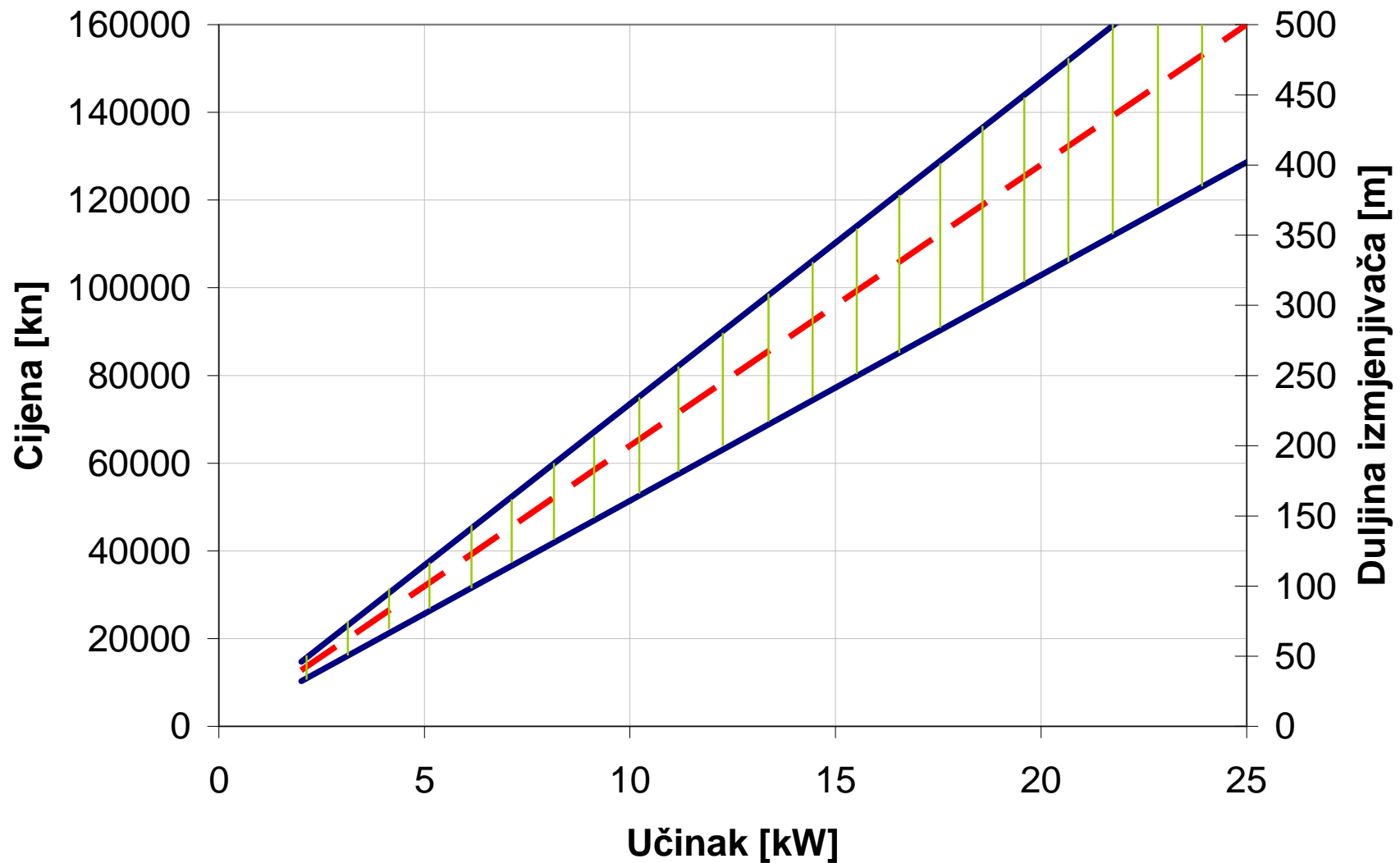
TROŠKOVI ULAGANJA – DIZALICE TOPLINE

CIJENA DIZALICE TOPLINE U OVISNOSTI O UČINKU GRIJANJA



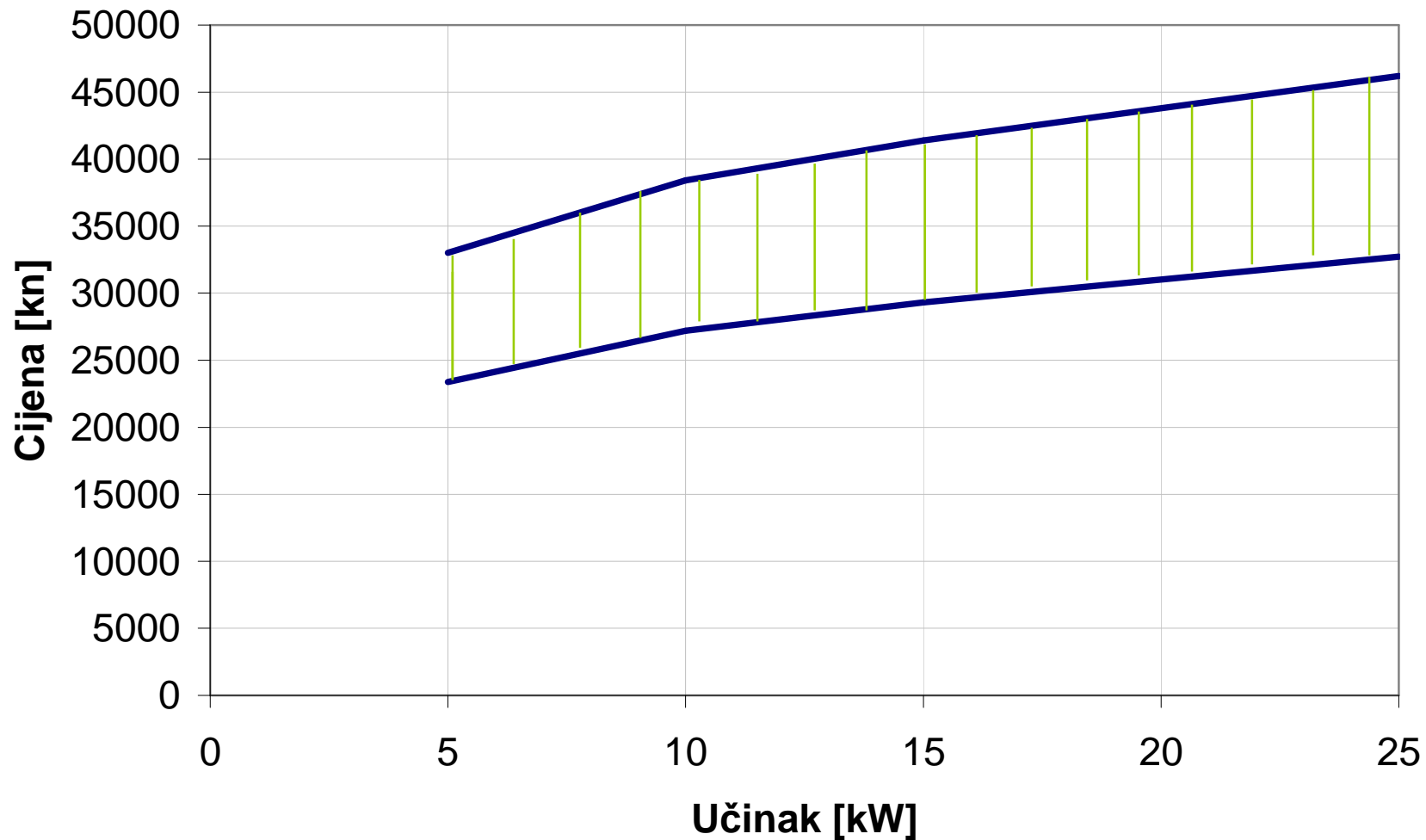
TROŠKOVI ULAGANJA – BIT

CIJENA BUŠOTINSKOG IZMJENJIVAČA TOPLINE U OVISNOSTI O UČINKU GRIJANJA



TROŠKOVI ULAGANJA – BUNARSKA VODA

CIJENA BUNARA I RAZVODA VODE DO DT U OVISNOSTI O UČINKU



RELATIVNO POVEĆANJE/SMANJENJE TROŠKOVA ULAGANJA - DT NASPRAM KONVENCIONALNI SUSTAV GRIJANJA

	PLIN	ULJE	DT – BIT	DT - VODA	DT - ZRAK
Generator ogrjevnog učinka	100 %	70 %	320 – 600 %	320 – 600 %	350 %
Izvor topline	100 %	80 %	300 – 430 %	200 – 300 %	-
Sustav predaje toplinske energije	100 %	100 %	150 – 200 %	150 – 200 %	150 – 200 %



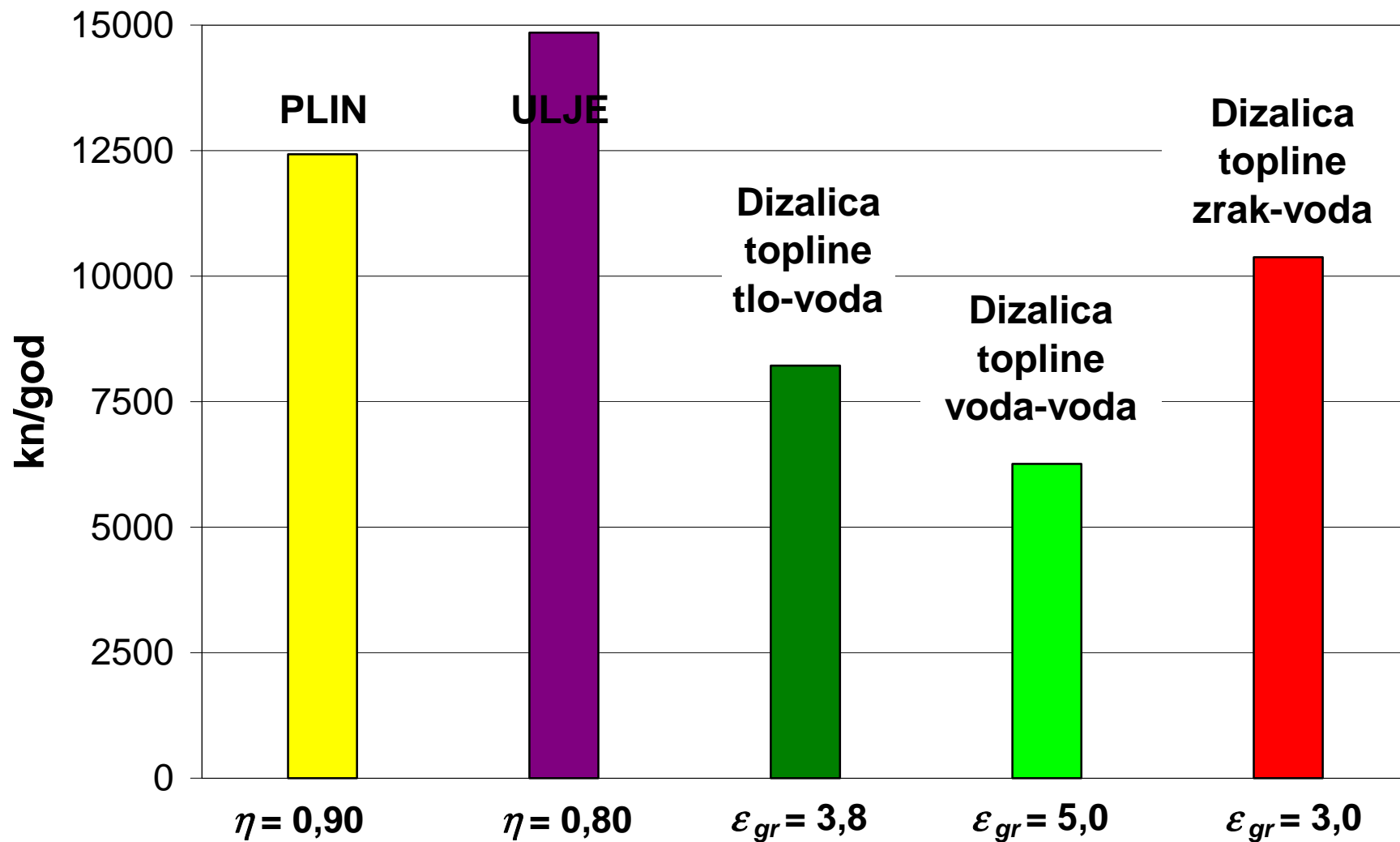
**Obiteljska kuća: A=250 m², Q_{gr} = 22.500 kWh/god, q_{gr}= 90 kWh/(m² god), Φ_{gr} = 12.5 kW
 Q_{hl} = 6.750 kWh/god, q_{hl} = 27 kWh/(m² god), Φ_{hl} = 7 kW**

ZAGREB	Prirodni plin	Loživo ulje	DT tlo-voda	DT voda-voda	DT zrak-voda
ENERGETSKA ANALIZA					
Potrebna topl. en. za gr., kWh/god	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500
Stupanj djelovanja/faktor grijanja	0,9	0,8	3,8	5,0	3,0
Potrebna energija za hl., kWh/god	6.750	6.750	6.750	6.750	6.750
Faktor hlađenja	3,0	3,0	4,0	5,2	3,2
Efektivna energija za gr., kWh/god	25.000	28.125	5.921	4.500	7.500
Efektivna energija za hl., kWh/god	2.250	2.250	1.688	1.298	2.109
Emisija CO ₂ , kg	6.193	8.505	4.033	3.073	5.093
EKONOMSKA ANALIZA					
Investicija, kn	116.274	110.143	193.021	162.721	132.500
Faktor anuiteta	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
Trošak kapitala, kn/god	10.137	9.603	16.828	14.187	11.552
Cijena energenta, kn/jed mjeri					
Cijena energenta, kn/kWh	0,40	0,442	1,20 (VT) 80% 0,60 (NT) 20%	1,20 (VT) 80% 0,60 (NT) 20%	1,20 (VT) 80% 0,60 (NT) 20%
Pogonski troškovi, kn/god	12.430	14.848	8.217	6.262	10.378
Održavanje, kn/god	500	500	900	900	900
Troškovi kapitala i pogona, kn/god	23.067	24.951	24.333	21.349	22.830
TROŠKOVI KROZ 20 GODINA, kn	461.346	499.016	486.664	426.974	456.602



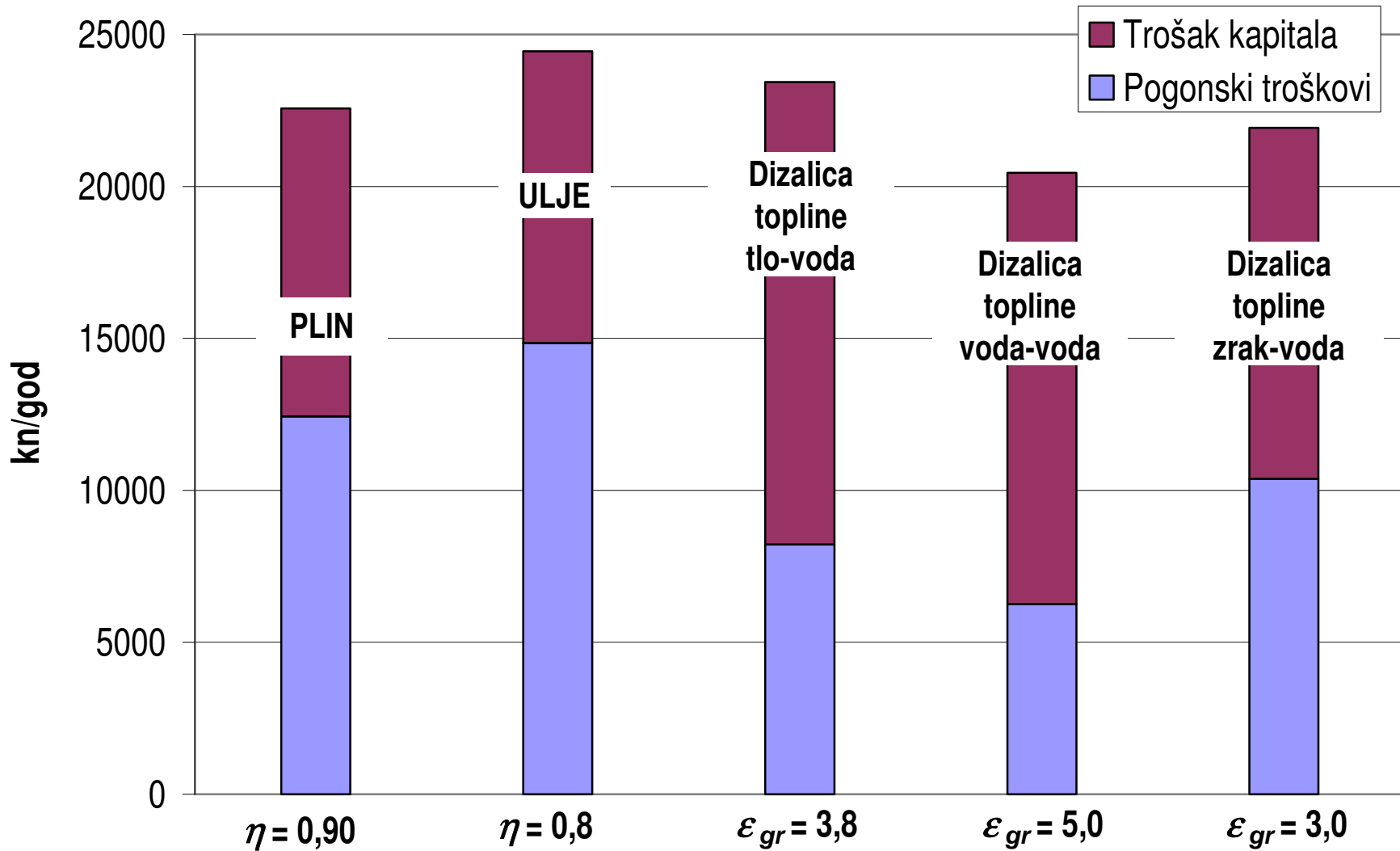
POGONSKI TROŠKOVI

ZAGREB



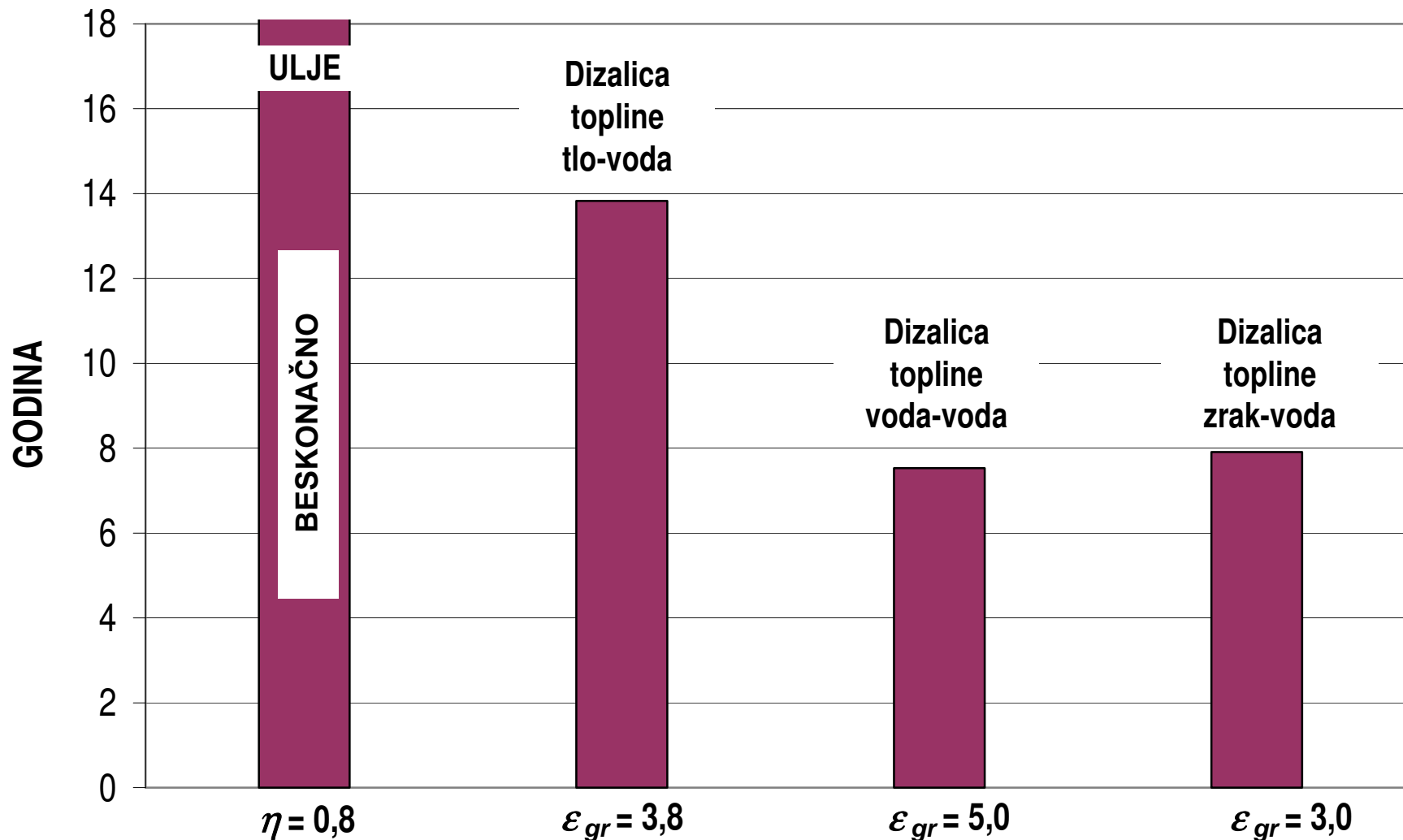
INVESTICIJSKI I POGONSKI TROŠKOVI – S IZRAČUNOM TROŠKA KAPITALA

ZAGREB



INVESTICIJSKI I POGONSKI TROŠKOVI – JEDNOSTAVNI IZRAČUN POVRATA ULAGANJA

ZAGREB



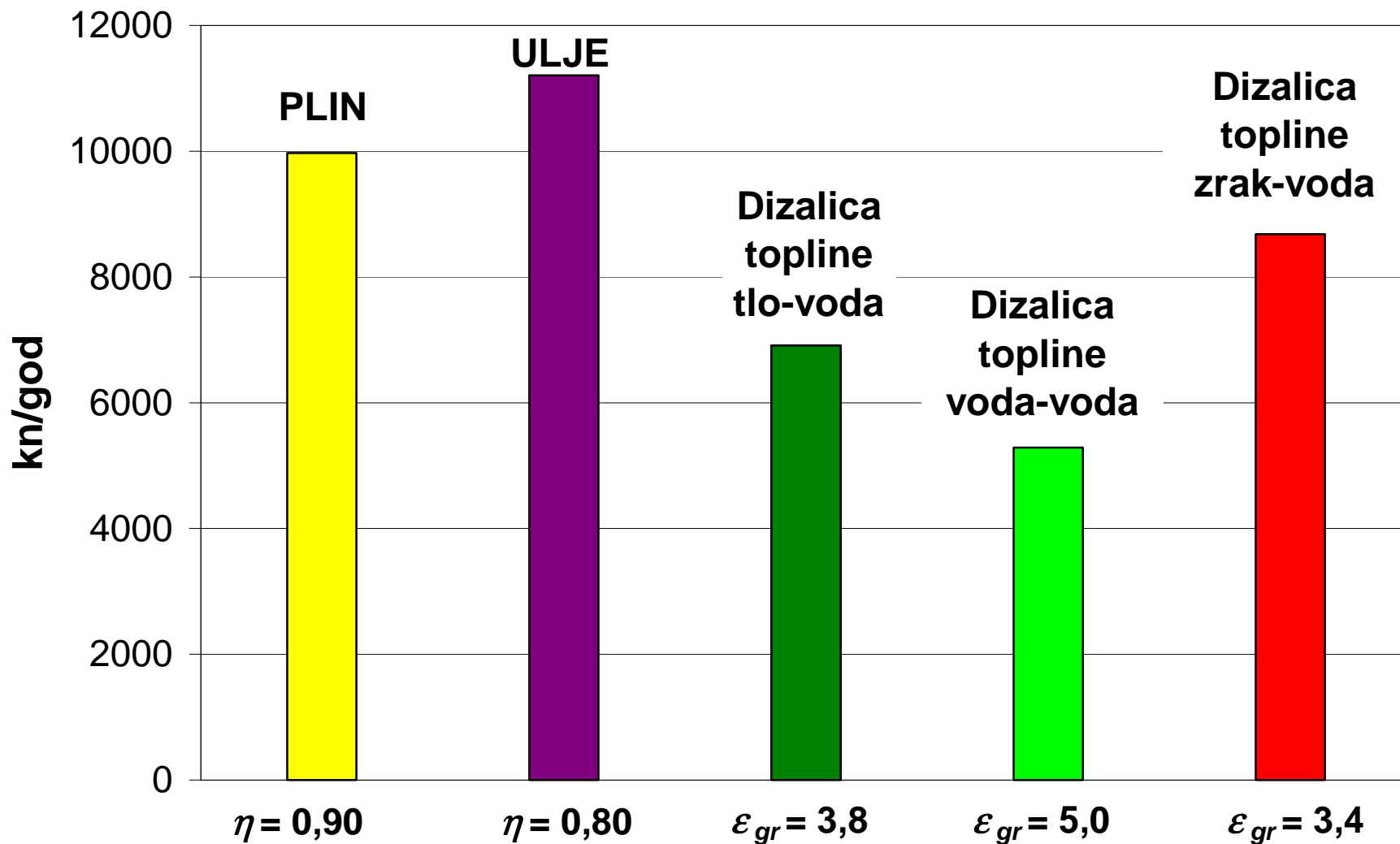
**Obiteljska kuća: A=250 m², Q_{gr} = 11.500 kWh/god, q_{gr} = 46 kWh/(m² god), Φ_{gr} = 8.5 kW
 Q_{hl} = 13.500 kWh/god, q_{hl} = 54 kWh/(m² god), Φ_{hl} = 9.5 kW**

SPLIT	Prirodni plin	Loživo ulje	DT tlo-voda	DT voda-voda	DT zrak-voda
ENERGETSKA ANALIZA					
Potrebna topl. en. za gr., kWh/god	11.500	11.500	11.500	11.500	22.500
Stupanj djelovanja/faktor grijanja	0,9	0,8	3,8	5	3,4
Potrebna energija za hl., kWh/god	13.500	13.500	13.500	13.500	13.500
Faktor hlađenja	3,0	3,0	4,0	5,2	2,9
Efektivna energija za gr., kWh/god	12.778	14.375	3.026	2.300	3.382
Efektivna energija za hl., kWh/god	4.500	4.500	3.375	2.596	4.655
Emisija CO ₂ , kg	4.941	6.123	3.393	2.595	4.260
EKONOMSKA ANALIZA					
Investicija, kn	116.061	110.143	159.733	151.033	123.750
Faktor anuiteta	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
Trošak kapitala, kn/god	10.119	9.603	13.926	13.168	10.789
Cijena energenta, kn/jed mjeri					
Cijena energenta, kn/kWh	0,40	0,442	1,20 (VT) 80% 0,60 (NT) 20%	1,20 (VT) 80% 0,60 (NT) 20%	1,20 (VT) 80% 0,60 (NT) 20%
Pogonski troškovi, kn/god	9.971	11.207	6.913	5.288	8.681
Održavanje, kn/god	500	500	900	900	900
Troškovi kapitala i pogona, kn/god	20.590	21.310	21.740	19.356	20.370
TROŠKOVI KROZ 20 GODINA, kn	411.796	426.195	434.793	387.112	407.392



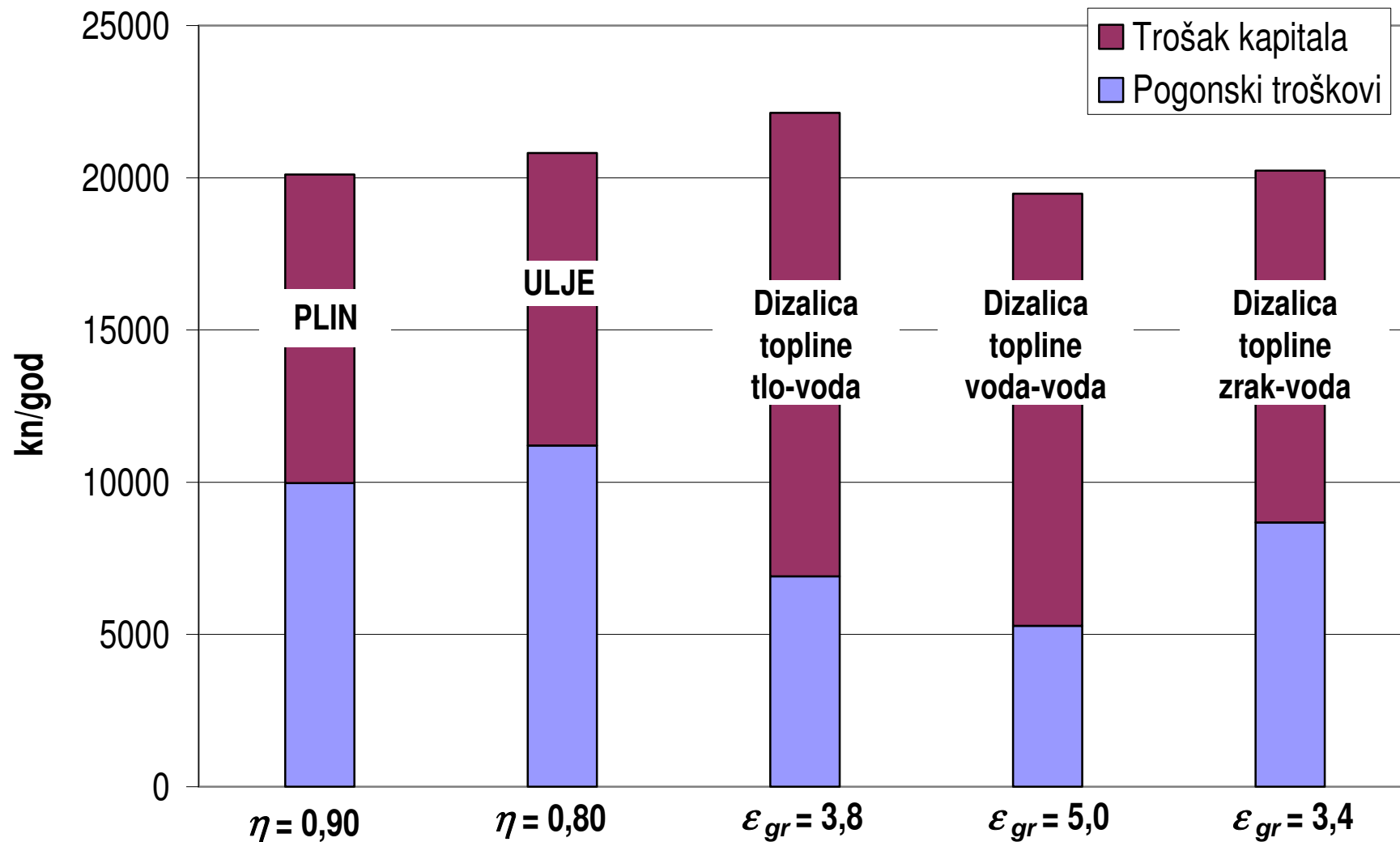
POGONSKI TROŠKOVI

SPLIT



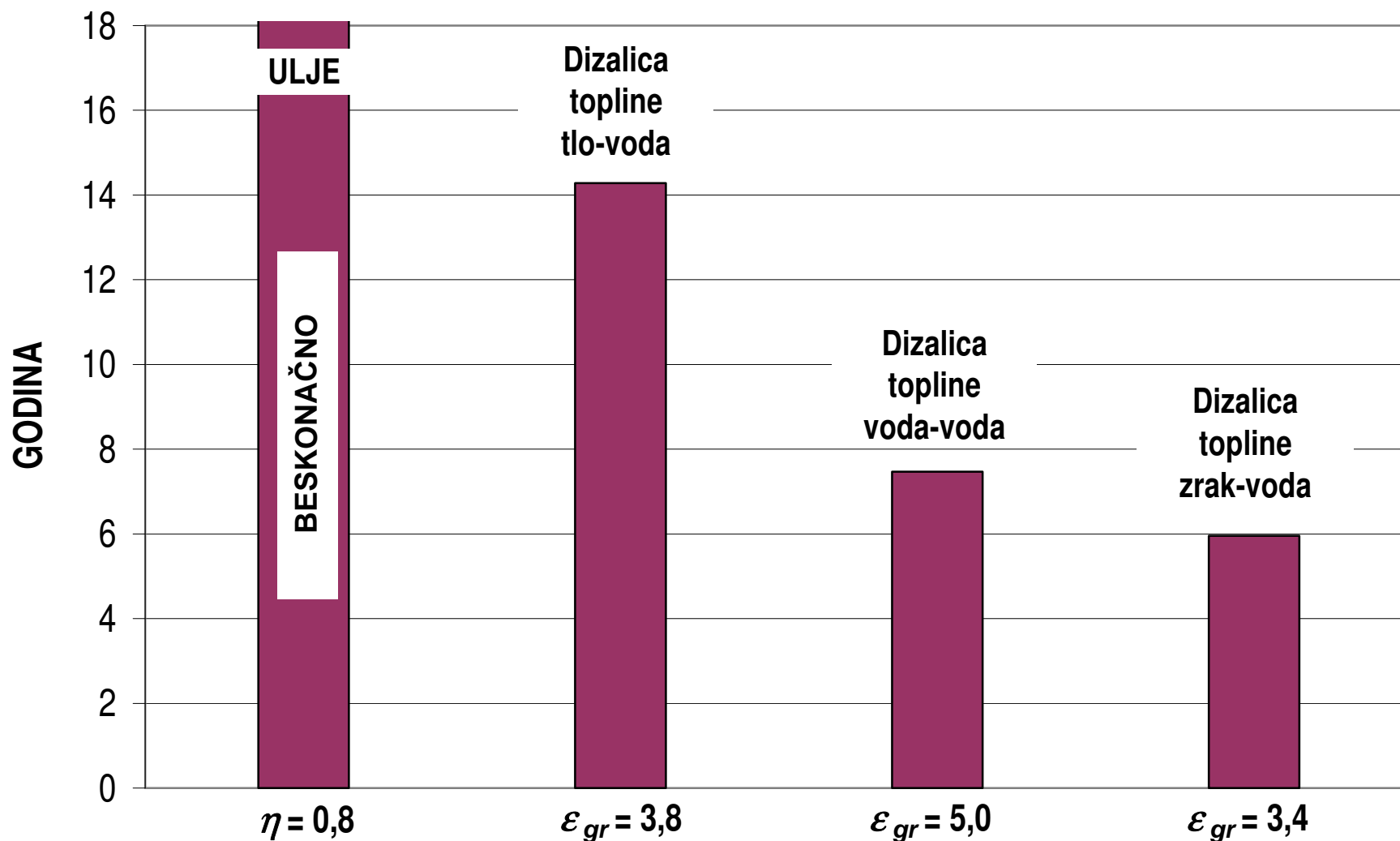
INVESTICIJSKI I POGONSKI TROŠKOVI – S IZRAČUNOM TROŠKA KAPITALA

SPLIT



INVESTICIJSKI I POGONSKI TROŠKOVI – JEDNOSTAVNI IZRAČUN POVRATA ULAGANJA

SPLIT





HVALA NA PAŽNJI!

**Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu
Ivana Lučića 5, Zagreb**

E-mail: marino.grozdek@fsb.hr

Zagreb, 16.02.2015.