

ETFOS
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK

TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJA NA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

doc.dr.sc. Damir Šljivac
Prof.dr.sc. Srete Nikoľovski

Danijel Topić, dipl.ing.
Marko Vukobratović, ing.el.

8.1.2010 12:40
8.1.2010 12:40

ENERGETSKI POTENCIAL BIOPLINA (1)

8.1.2010 12:40

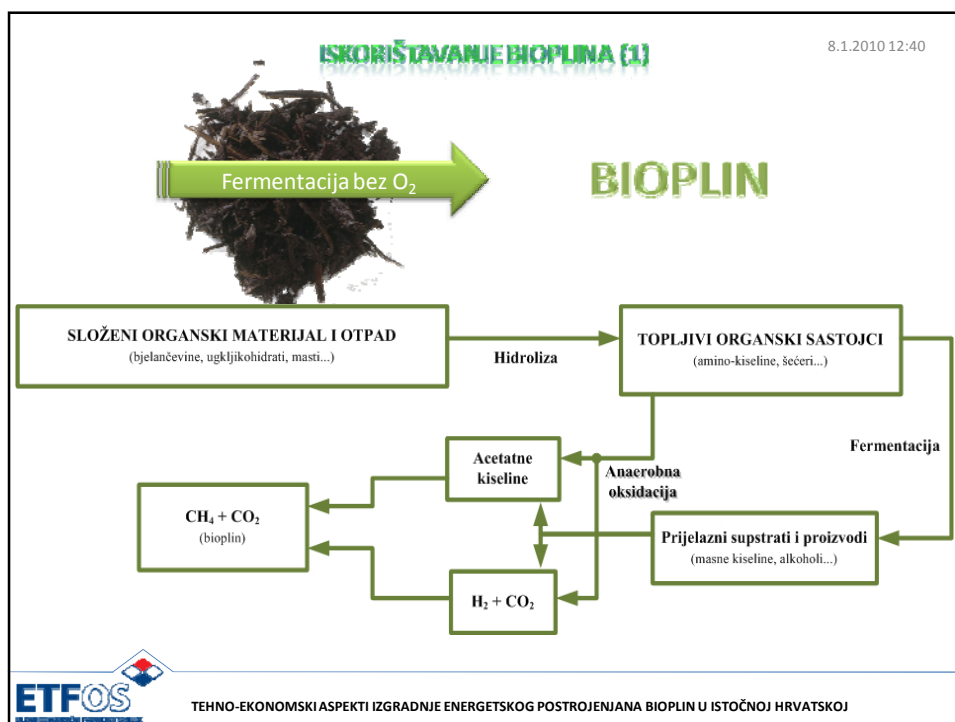
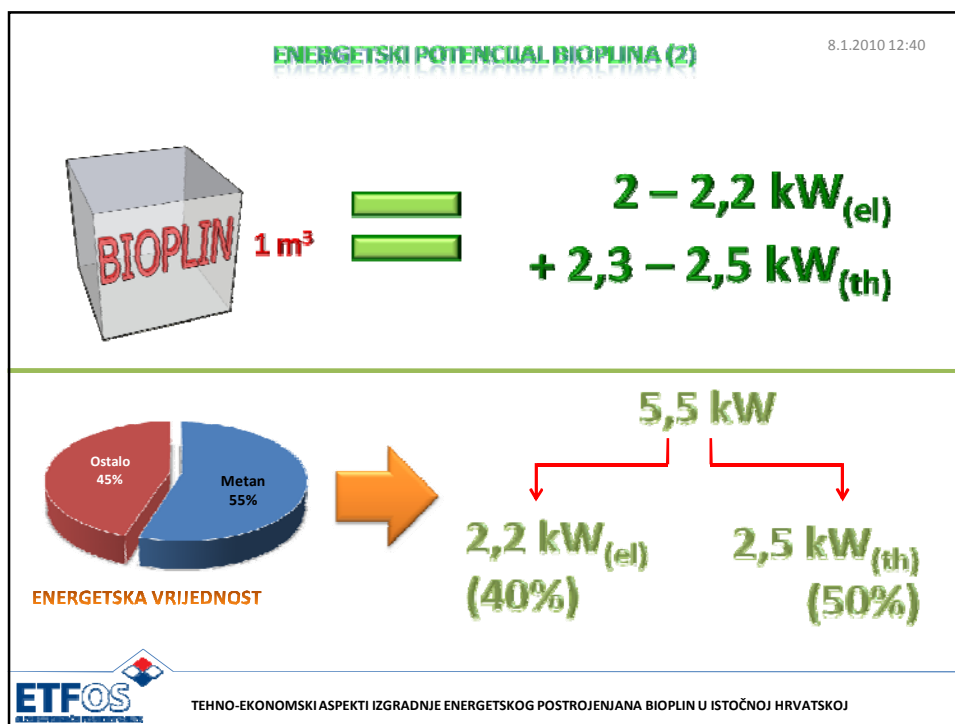
Vrsta životinje	Vrsta otpada	Količina (kg/dnevno)	Suhe tvari (kg/dnevno)	Bioplin (m ³ /dnevno)	Energija (kWh/god)
Goveda	Tekući	51	5,4	1,6	3400
	Suhi	32	5,6	1,6	3400
Svinje	Tekući	16,7	1,3	0,46	970
	Suhi	9,9	2,9	0,46	970
Perad	Suhi	0,66	0,047	0,017	36

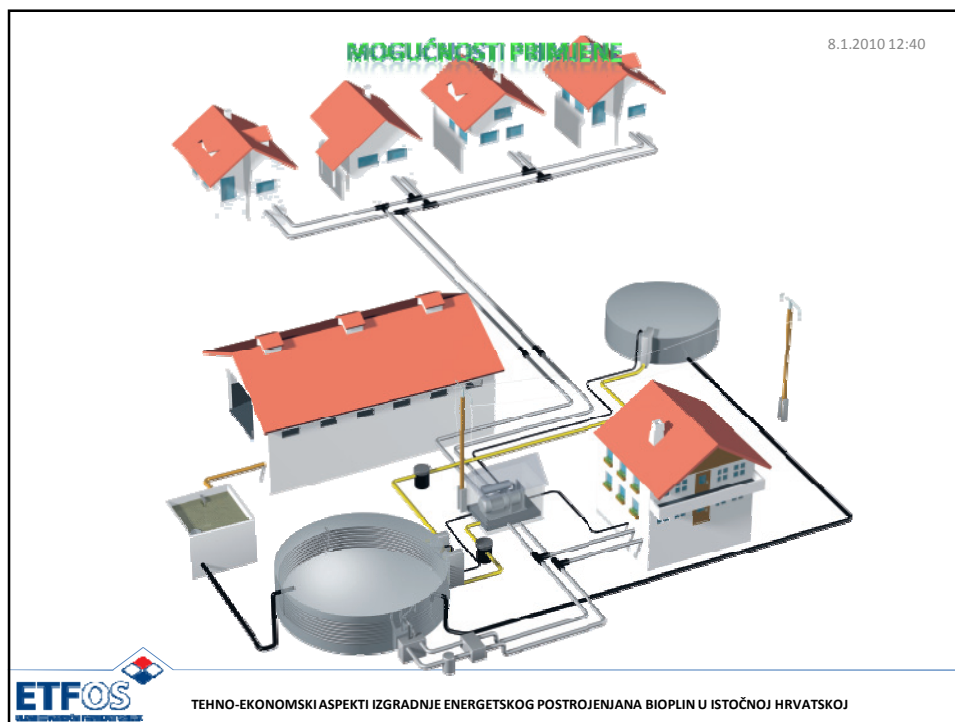
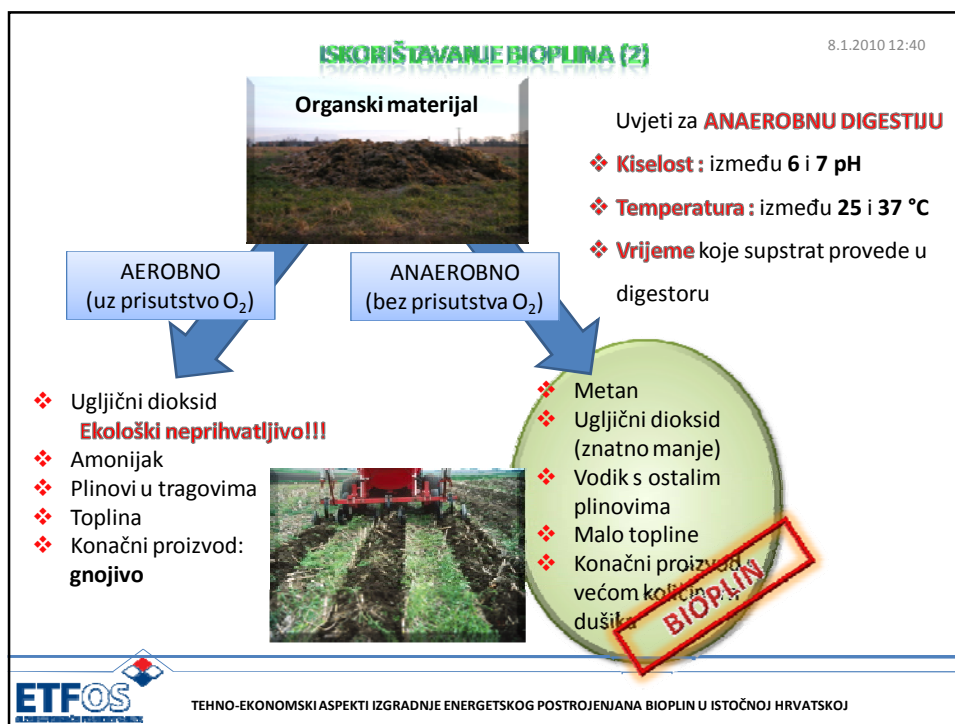
	Svinjogojstvo	Govedarstvo		Peradarstvo
		Muzare	Ostalo	
Ukupan broj	257 421	9 843	15 287	1 001 047
Ukupna energija (MWh/dnevno)	172,5	80,22	74,3	60
Neto energija (MWh/dnevno)	108,2	51,9	48	32

200 MWh/dnevno

ISTOČNOJ HRVATSKOJ

ETFOS
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK





MOGUĆNOSTI PRIMJENE

8.1.2010 12:40

Najbolji način iskorištenja bioplina je **kogeneracijsko postrojenje**

Moguće tehnologije primjenjive za iskorištavanje bioplin kao goriva su:

- ❖ parne turbine
- ❖ plinske turbine
- ❖ mikroturbine
- ❖ plinski motor
- ❖ Stirlingov motor

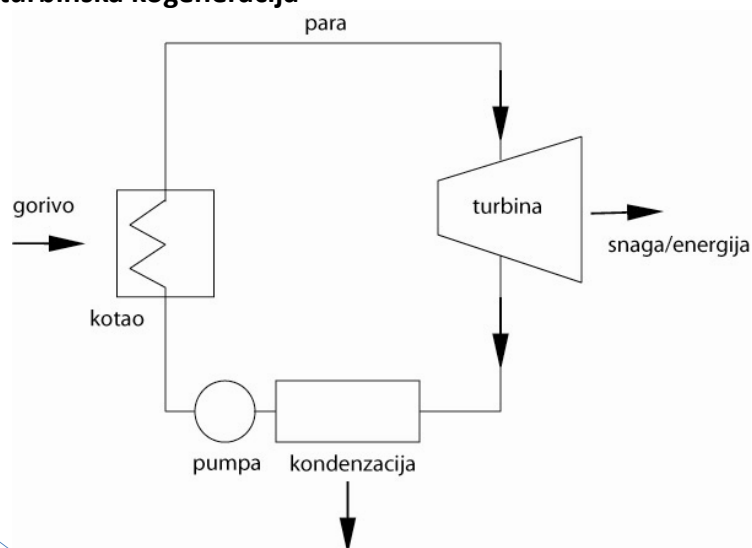


TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

MOGUĆNOSTI PRIMJENE

8.1.2010 12:40

Parno turbinska kogeneracija



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

MOGUĆNOSTI PRIMJENE

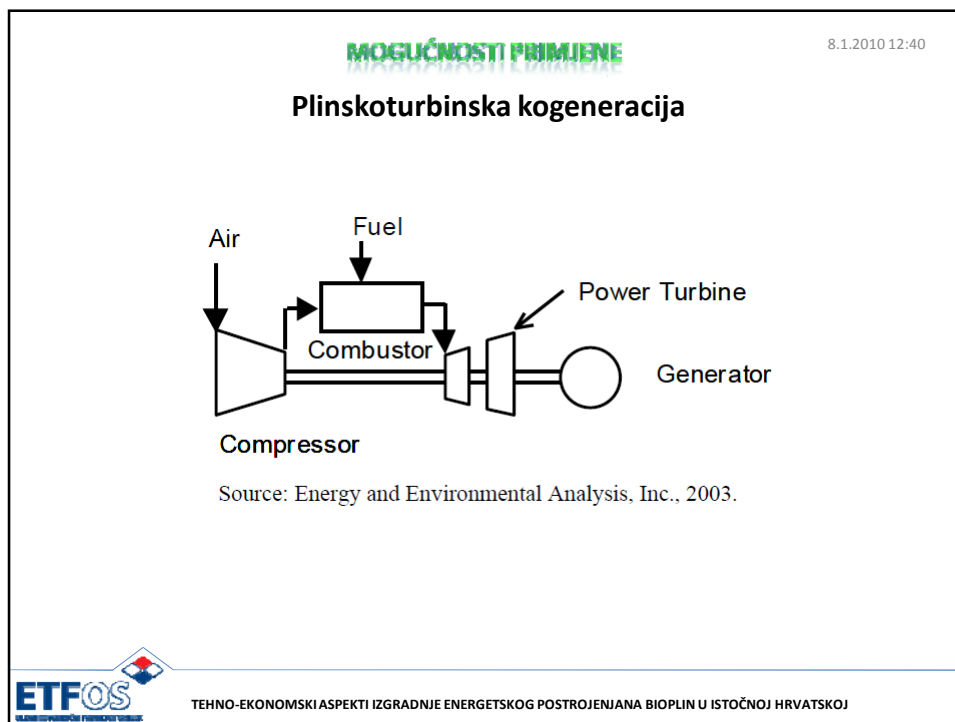
8.1.2010 12:40

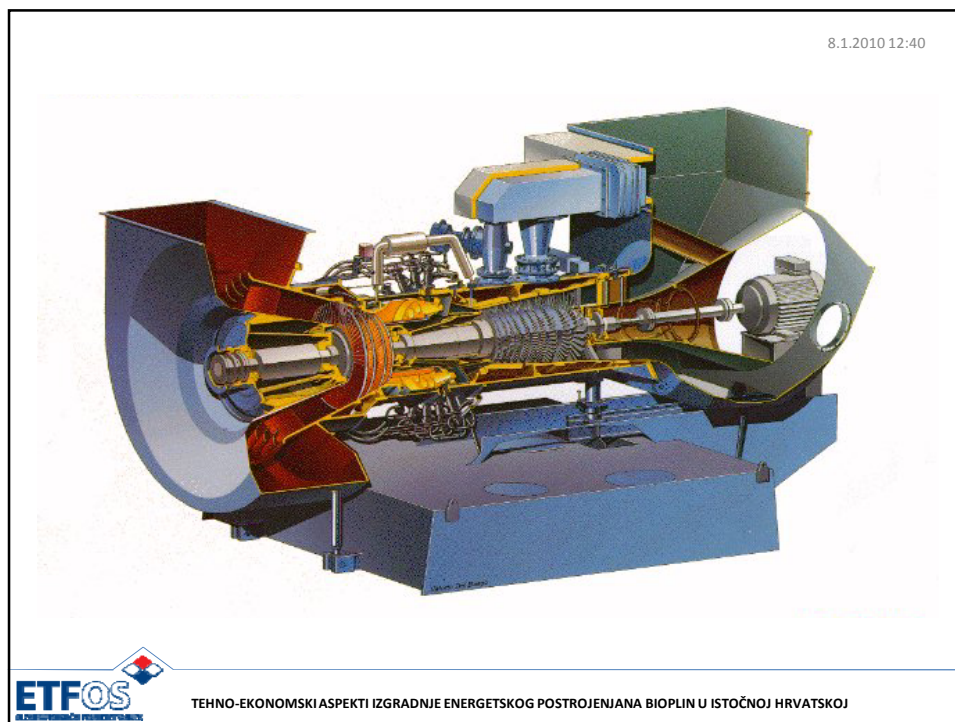
Parno turbinska kogeneracija

Parametri parne turbine	Sustav 1	Sustav 2	Sustav 3
Nominalna električna snaga (kW)	500	3000	15000
Troškovi opreme (\$/kW)*	810	485	430
Troškovi rada i održavanja (\$/kWh)*	0,004	0,004	0,004
Učinkovitost generatora (%)	94	94	97
Maseni protok pare (kg/h)	9752	57153	204116
Ulazni tlak (bar)	35	41	48
Ulazna temperatura (°C)	290	300	340
Izlazni tlak (bar)	3,5	10	10
Izlazna temperatura (°C)	150	185	185
Parametri kogeneracijskog sustava			
Učinkovitost kotla, HHV (%)	80	80	80
Odnos snaga/toplina	0,09	0,10	0,13
Ukupna učinkovitost kogeneracije, (%)	79,8	79,5	79,7

ETFOS ENERGETSKO-TEHNIČKI PROJEKTI I ANALIZE

TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ





8.1.2010 12:40

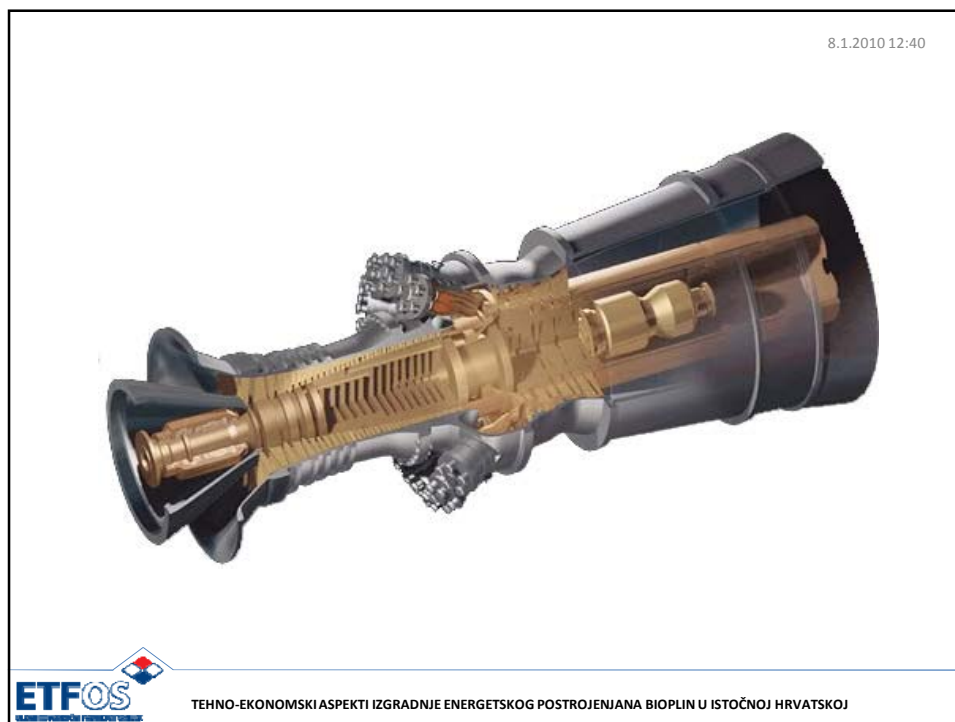
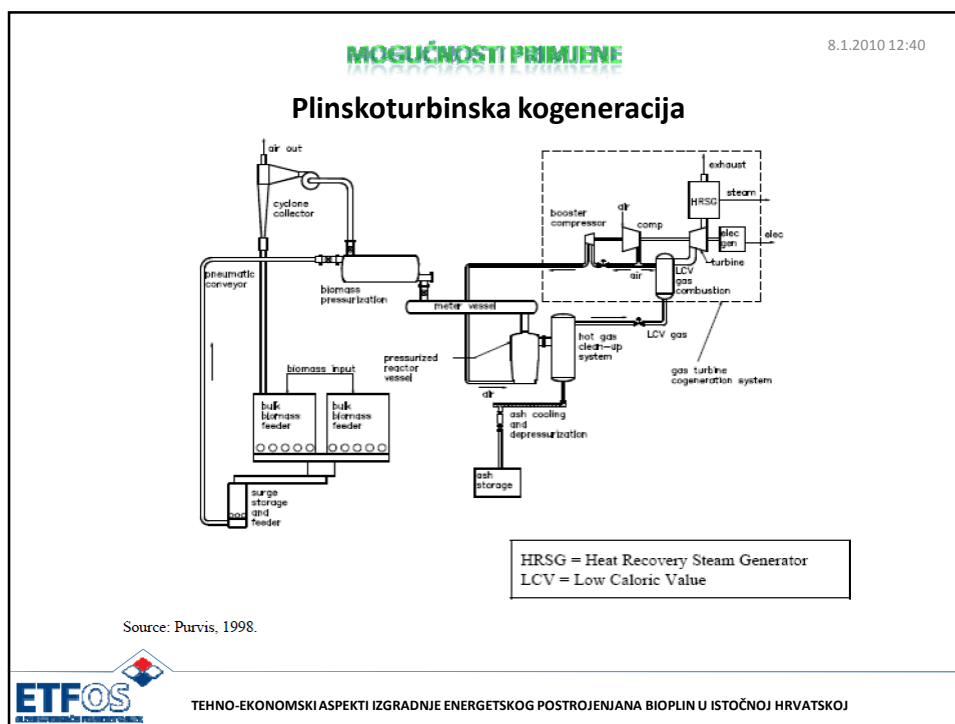
MOGUĆNOSTI PRIMJENE

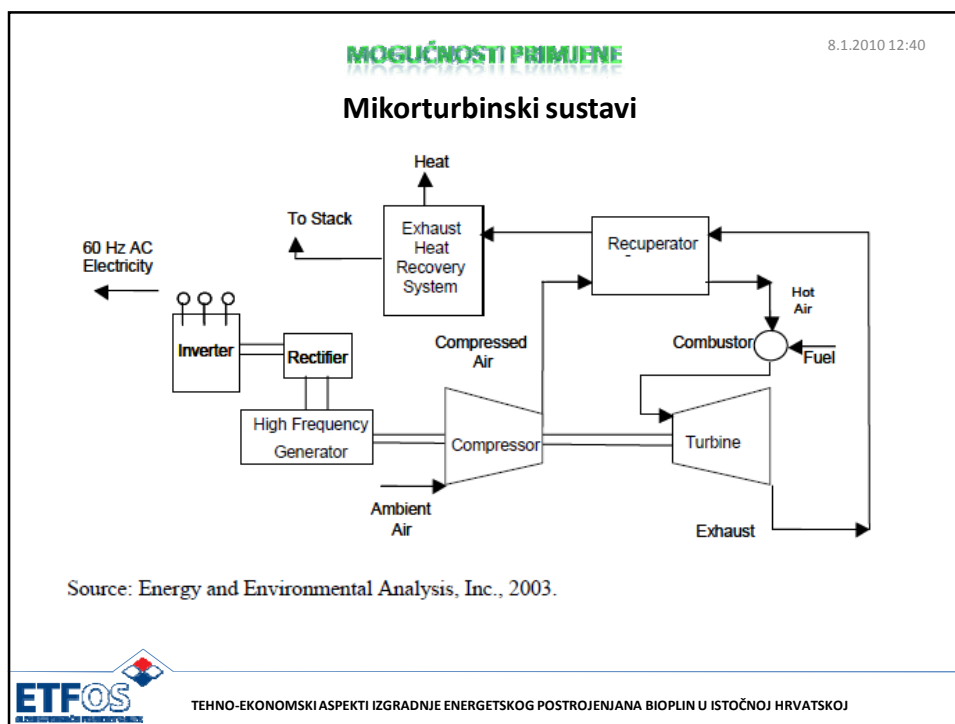
Plinskoturbinska kogeneracija

Troškovi i karakteristike	Sustav 1	Sustav 2	Sustav 3	Sustav 4	Sustav 5
Nominalna električna snaga (kW)	1000	5000	10000	25000	40000
Troškovi opreme (\$/kW)*	1710	1100	1110	1030	970
Troškovi rada i održavanja (\$/kWh)*	0,010	0,006	0,006	0,005	0,005
Učinkovitost električnog dijela (%)	21,9	27,8	31,2	34,3	37,0
Zahtijevani tlak goriva (bar)	6,5	11	17	23	30
Karakteristike kogeneracije					
Odnos snaga/toplina	0,48	0,68	0,75	0,95	1,07
Ukupna učinkovitost kogeneracije, (%)	68	67	73	70	72

ETFOS
INženjering i projektiranje

TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ





8.1.2010 12:40

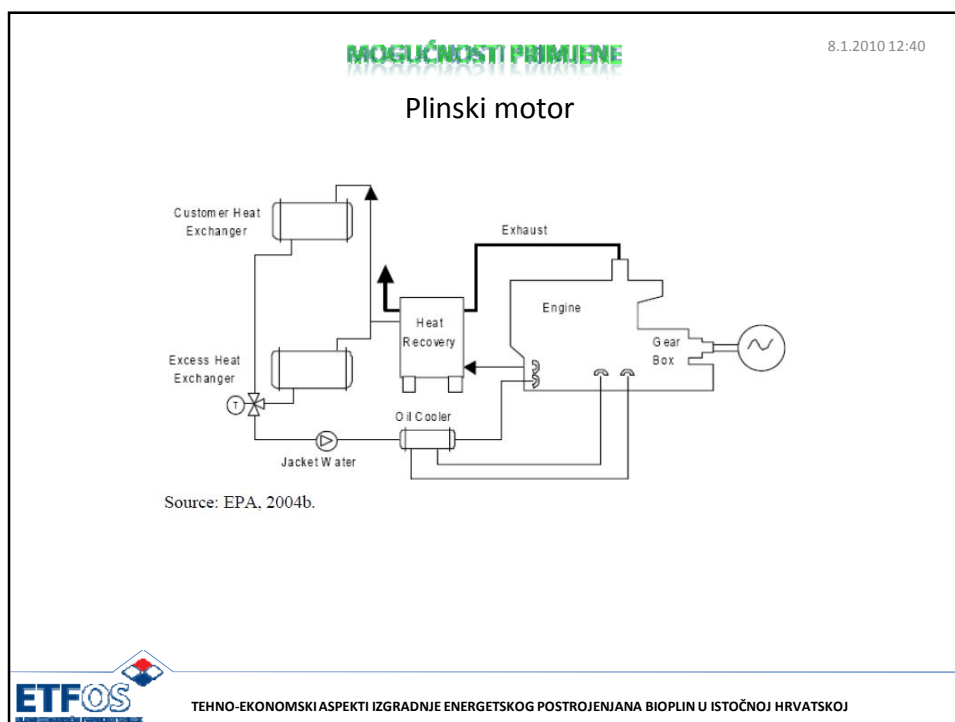
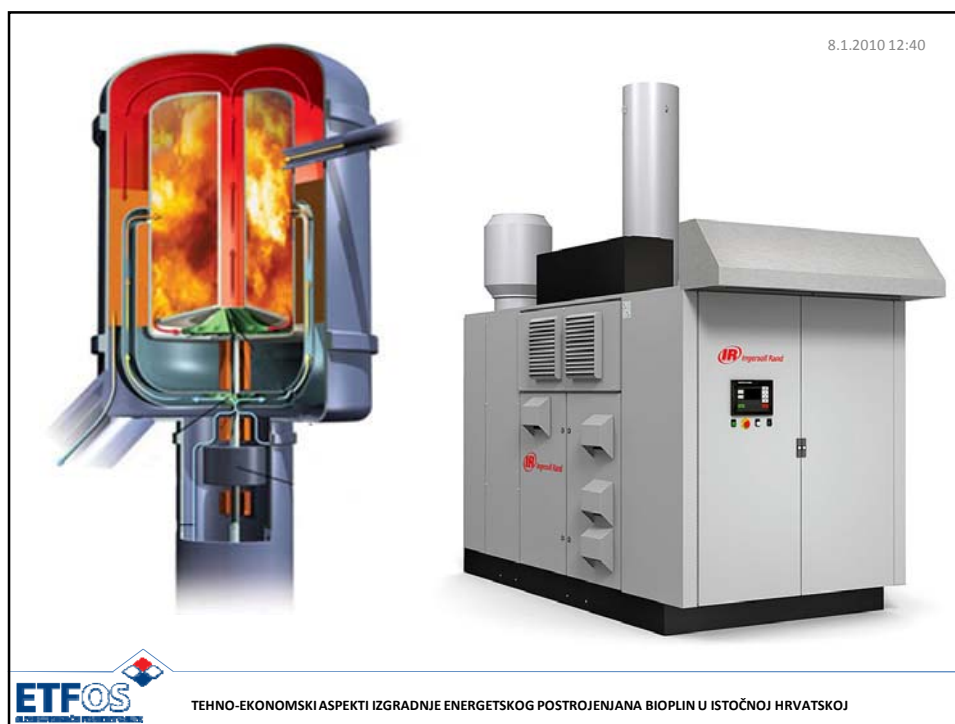
MOGUĆNOSTI PRIMJENE

Mikorturbinski sustavi

Troškovi i karakteristike	Sustav 1	Sustav 2
Nominalna električna snaga (kW)	100	250
Troškovi opreme (\$/kW)*	1350	110
Troškovi rada i održavanja (\$/kWh)*	0,015	0,012
Učinkovitost električnog dijela (%)	25,2	28,8
Karakteristike kogeneracije		
Odnos snaga/toplina	0,68	0,94
Ukupna učinkovitost kogeneracije, (%)	62	59

ETFOS ENERGIJSKA TEHNOLOGIJA FOSILNIH I OBLIČNIH

TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ



MOGUĆNOSTI PRIMJENE

8.1.2010 12:40

Plinski motor

Troškovi i karakteristike	Sustav 1	Sustav 2	Sustav 3	Sustav 4	Sustav 5
Nominalna električna snaga (kW)	100	300	1000	3000	5000
Troškovi opreme (\$/kW)*	450	1320	1270	1120	1100
Troškovi rada i održavanja (\$/kWh)*	0,018	0,013	0,009	0,008	0,008
Učinkovitost električnog dijela (%)	29,7	31	33,5	35,8	37,0
Karakteristike kogeneracije					
Odnos snaga/toplina	0,61	0,67	0,92	1,04	1,02
Ukupna učinkovitost kogeneracije, (%)	78	77	70	70	73



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

8.1.2010 12:40



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

MOGUĆNOSTI PRIMJENE

8.1.2010 12:40

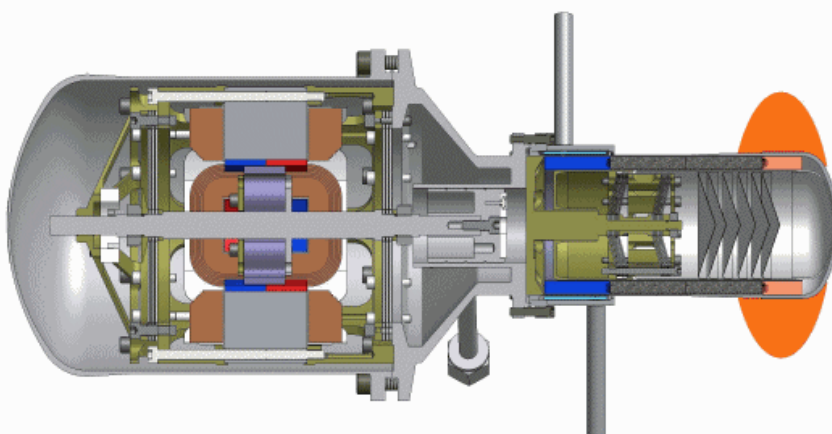
Stirlingov motor

Karakteristike	Sustav 1	Sustav 2
Električna snaga (kW)	10	25
Korisna toplinska snaga ($kW_{toplinsko}$)	24	44
Učinkovitost električnog dijela (%)	24	31
Učinkovitost kogeneracije (%)	75	75



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

8.1.2010 12:40



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

MOGUĆNOSTI PRIMJENE Usporedba različitih tehnologija					
Karakteristike	Parna turbina	Plinska turbina	Mikroturbina	Plinski motor	Stirlingov motor
Veličina	50kW do 250MW	500kW do 40MW	30kW do 250kW	manje od 5MW	manje od 200kW
Gorivo	Kotao na biomasu/bioplín	Bioplín	Bioplín	Bioplín	Bioplín
Priprema goriva	Nema	Potreban PM filter	Potreban PM filter	Potreban PM filter	Nema
Osigetljivost na vlažnost goriva	N/A	Da	Da	Da	Ne
Električna učinkovitost	5 do 30%	22 do 36%	22 do 30%	22 do 45%	5 do 45%
Fleksibilnost rada	Dobra, reagira unutar nekoliko minuta	Dobra, reagira unutar nekoliko minuta	Dobra, reagira brzo	Veliki raspon, reagira unutar nekoliko sekundi	Veliki raspon, reagira unutar nekoliko minuta
Radne karakteristike	Visoka pouzdanost, sporo pokretanje, dug vijek trajanja, uobičajeno jednostavno održavanje	Visoka pouzdanost, high grade heat available, ne zahtijeva hlađenje, zahtijeva kompresor plina, uobičajeno jednostavno održavanje	Brzo pokretanje, zahtijeva kompresor pogonskog plina	Brzo pokretanje, dobro prilagođenje opterećenju, mora se hladiti kada se ne koristi kao kogeneracija, uobičajeno jednostavno održavanje, bučan	Niska buka
Izkušeno u primjeni	opsežno	opsežno	opsežno	opsežno	ograničeno
Komercijalizacijski status	Veliki broj dostupnih modela	Veliki broj dostupnih modela	Ograničen broj dostupnih modela	Veliki broj dostupnih modela	Ufazeu komercijalizaciju
Investicijski troškovi (kao kogeneracijski sustav)	350 do 750\$/kW (bez kotla)	Oko 700 do 2000\$/kW	1100 do 2000\$/kW	800 do 1500\$/kW	1000 do 10000\$/kW
Troškovi rada i održavanja	Manje od 0,004\$/kWh	0,006 do 0,011\$/kWh	0,008 do 0,020\$/kWh	0,008 do 0,025\$/kWh	oko 0,001\$/kWh



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

MOGUĆNOSTI PRIMJENE Usporedba različitih tehnologija					
	Parno turbinska kogeneracija	Plinskoturbinska kogeneracija	Mikroturbinska kogeneracija	Plinskomotorna kogeneracija	Stirlingov motor
100 UVJETNIH GRLA	PeI [kW]	156,00	0,00	202,80	231,66
	Pchp [kW]	600,60	0,00	483,60	608,40
	I [\$]	1801800,00	0,00	967200,00	790920,00
	W _{godeI} [kWh/god]	1229904,00	0,00	1598875,20	1826407,44
	Zarada [kn/god]	1475884,80	0,00	1918650,24	2191688,93
	Vrijeme otplate [god]	6,71		2,77	1,98
500 UVJETNIH GRLA	PeI [kW]	975,00	854,10	0,00	1306,50
	Pchp [kW]	3081,00	2652,00	0,00	2730,00
	I [\$]	9243000,00	5967000,00	0,00	3549000,00
	W _{godeI} [kWh/god]	7686900,00	6733724,40	0,00	10300446,00
	Zarada [kn/god]	7994376,00	7003073,38	0,00	10712463,84
	Tp [god]	6,36	4,69		1,82
1000 UVJETNIH GRLA	PeI [kW]	2028,00	1794,00	0,00	2652,00
	Pchp [kW]	6162,00	5304,00	0,00	5460,00
	I [\$]	18486000,00	9547200,00	0,00	6279000,00
	W _{godeI} [kWh/god]	15988752,00	14143896,00	0,00	20908368,00
	Zarada [kn/god]	16628302,08	14709651,84	0,00	21744702,72
	Tp [god]	6,11	3,57		1,59
5000 UVJETNIH GRLA	PeI [kW]	10335,00	12168,00	0,00	0,00
	Pchp [kW]	30810,00	28470,00	0,00	0,00
	I [\$]	92430000,00	34164000,00	0,00	0,00
	W _{godeI} [kWh/god]	81481140,00	95932512,00	0,00	0,00
	Zarada [kn/god]	84740385,60	99769812,48	0,00	0,00
	Tp [god]	6,00	1,88		



TEHNO-EKONOMSKI ASPEKTI IZGRADNJE ENERGETSKOG POSTROJENJANA BIOPLIN U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

