



**ELEKTROPRIVREDA  
SRBIJE**

**Vitomir Kravarušić, dipl. ing.**

# **ENERGETSKA EFIKASNOST TE-TO NOVI SAD I TARIFIKACIJA KOMBINOVANE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE I TOPLLOTNE ENERGIJE**

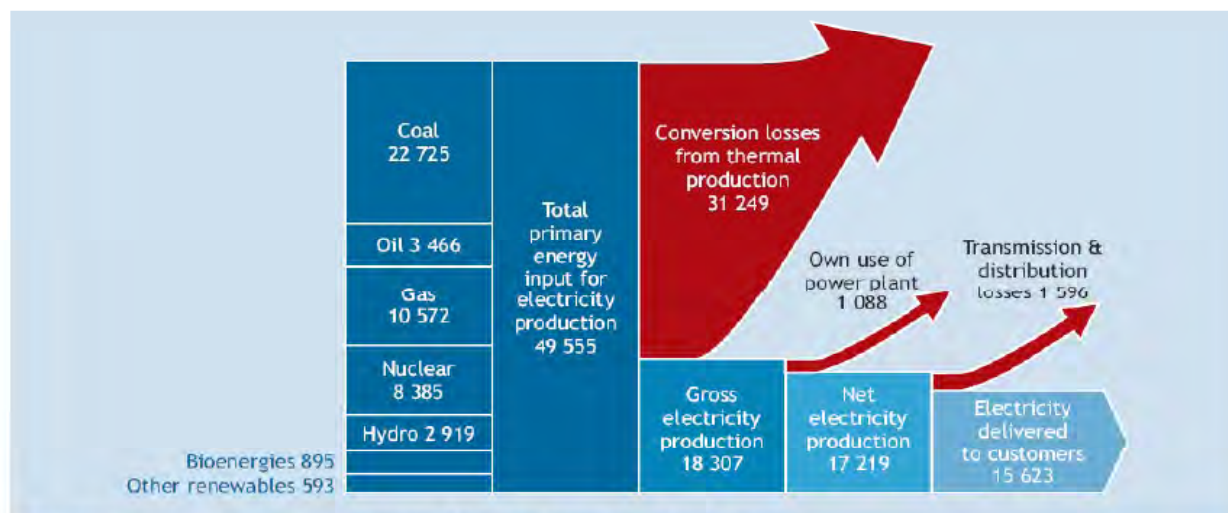
**ELEKTRANE 2010**

**Vrnjačka Banja, 26 – 29. 10. 2010**

# Otpadna toplota u proizvodnji el. en. (TWh)

## Wasted Energy Is a Huge Opportunity

### Energy Flows in the Global Electricity System



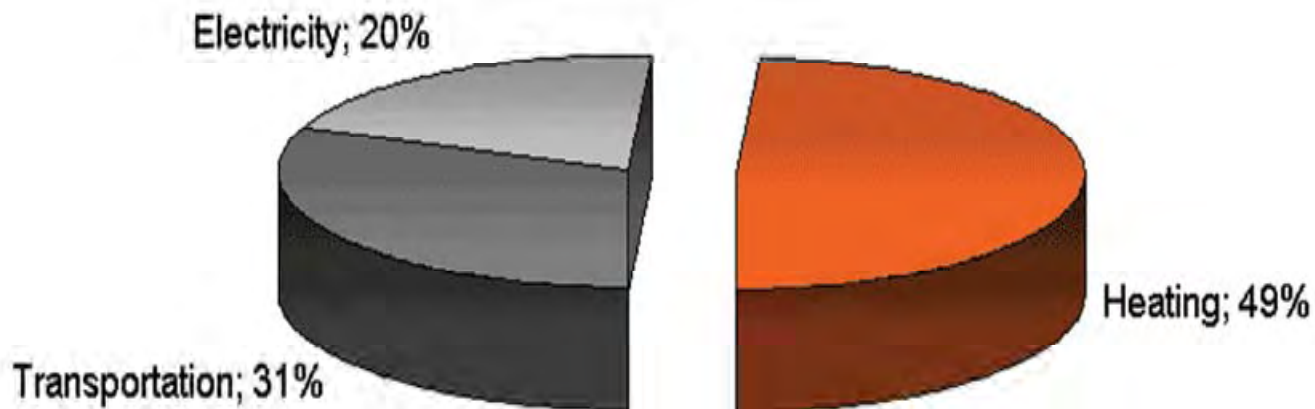
Source: IEA, CHP: Evaluating the Benefits of Greater Global Investment (2008).

*2/3 of the fuel we use to produce power is wasted --  
CHP can more than double this efficiency*

- Primarna energija  
50 000 TWh
- Električna energija  
16 000 TWh
- $\eta = 33\%$
- Otpadna toplota  
67%

# EU27 Potrošnja primarne energije

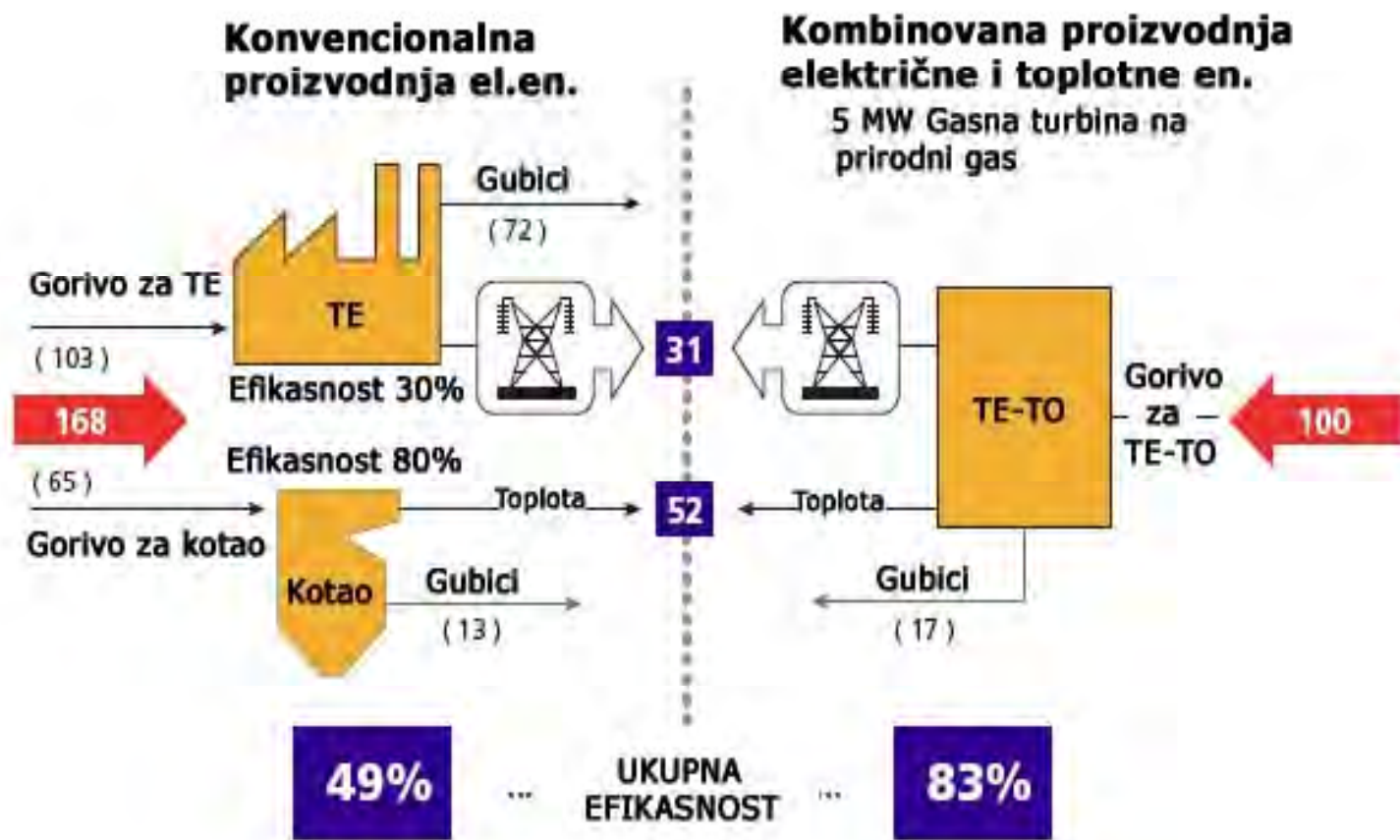
Primary Energy Consumption EU-27



- Grejanje 49%
- Transport 31%
- El energija 20%
- Učešće DH 25%

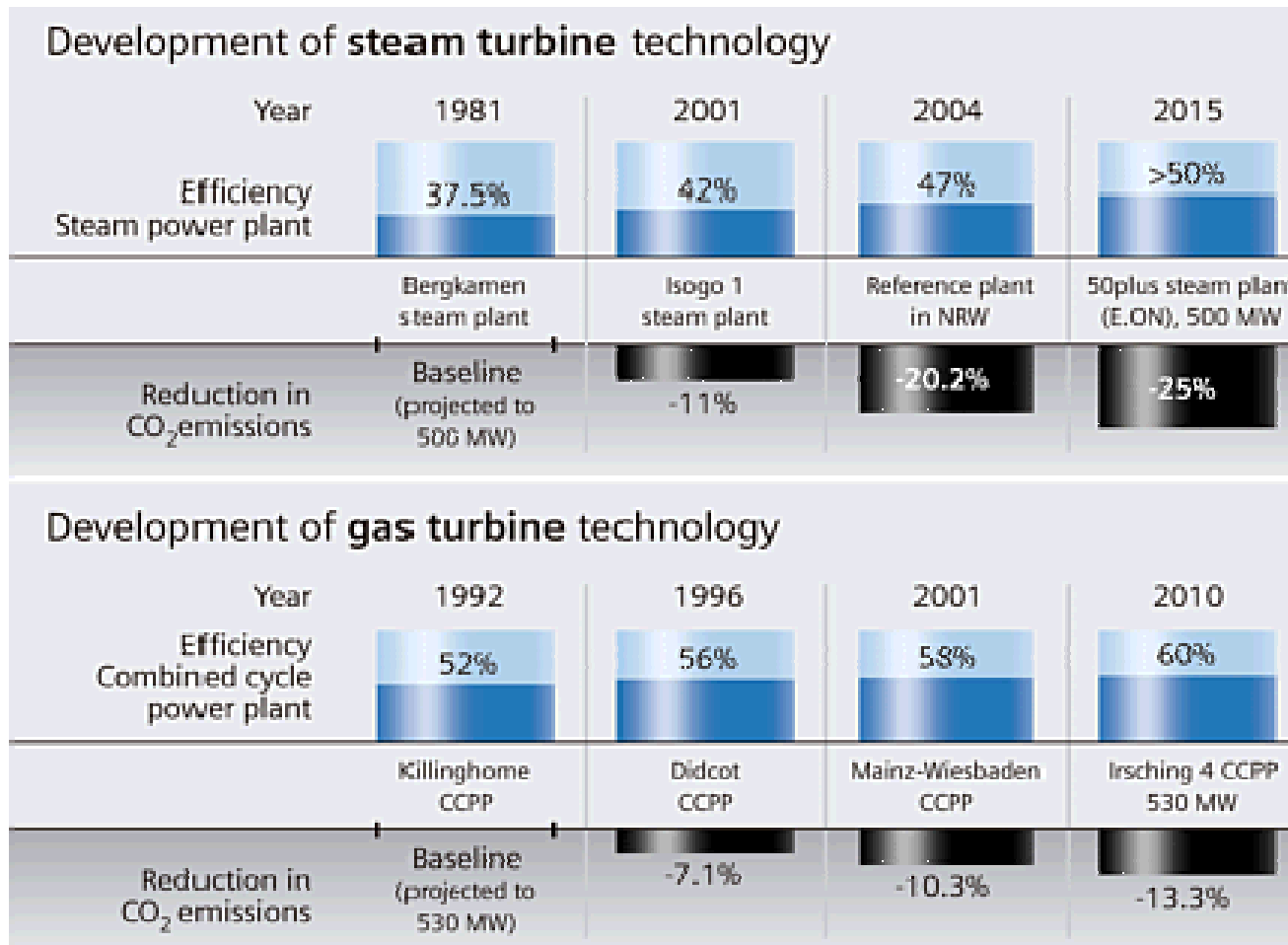
Podaci PEI magazine, Avgust 2009

# TE TO - Kombinovani ciklus sa kogeneracijom (CCGT & CHP)



❖ **KOGENERACIJA** ili TE -TO / SDG je optimalna tehnologija za globalno povećanje efikasnosti iskorišćenja primarne energije fosilnih goriva i smanjuje emisije, u širokom rasponu snaga, na sva goriva. 4

# Razvoj gasnih i parnih turbina

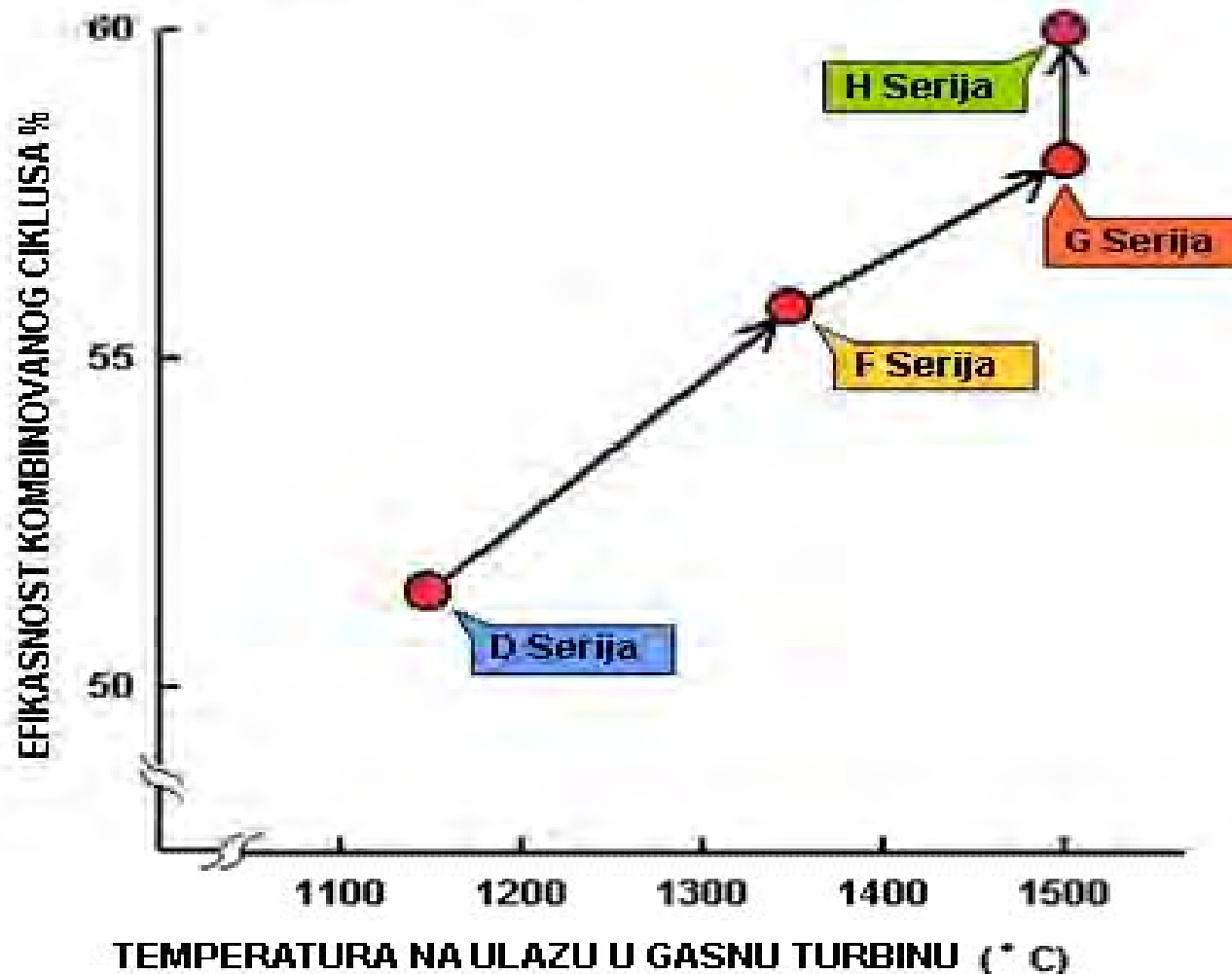


**Povećanje  $\eta$  parnih turbina i TE od 0,37 – 0,50 traje 34 godine**

**Povećanje  $\eta$  u kombinovanom ciklusu od 0,52 – 0,60 traje 28 godine**

# Efikasnost gasnih turbinama i CCGT

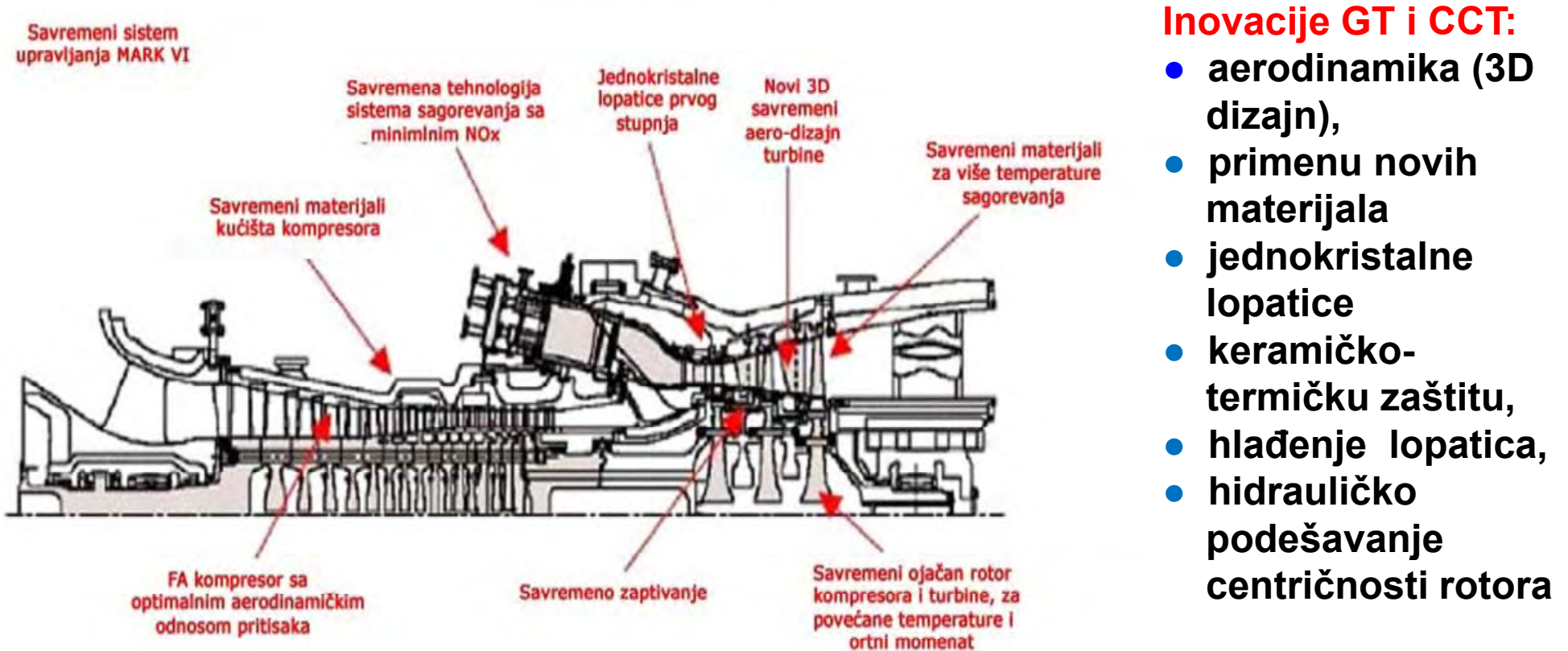
EFIKASNOST KOMBINOVANOG CIKLUSA



## Efikasnost GT:

- Povećanje ulazne temperature
- Povećanje odnosa prit kompresora
- Vazdušno hlađenje lopatica,
- D, F, G i H serija GT
- U razradi su GT sa 1700 °C
- Primena GT u IGCC na sintetički gas iz uglja ili gas iz uljnih škriljaca

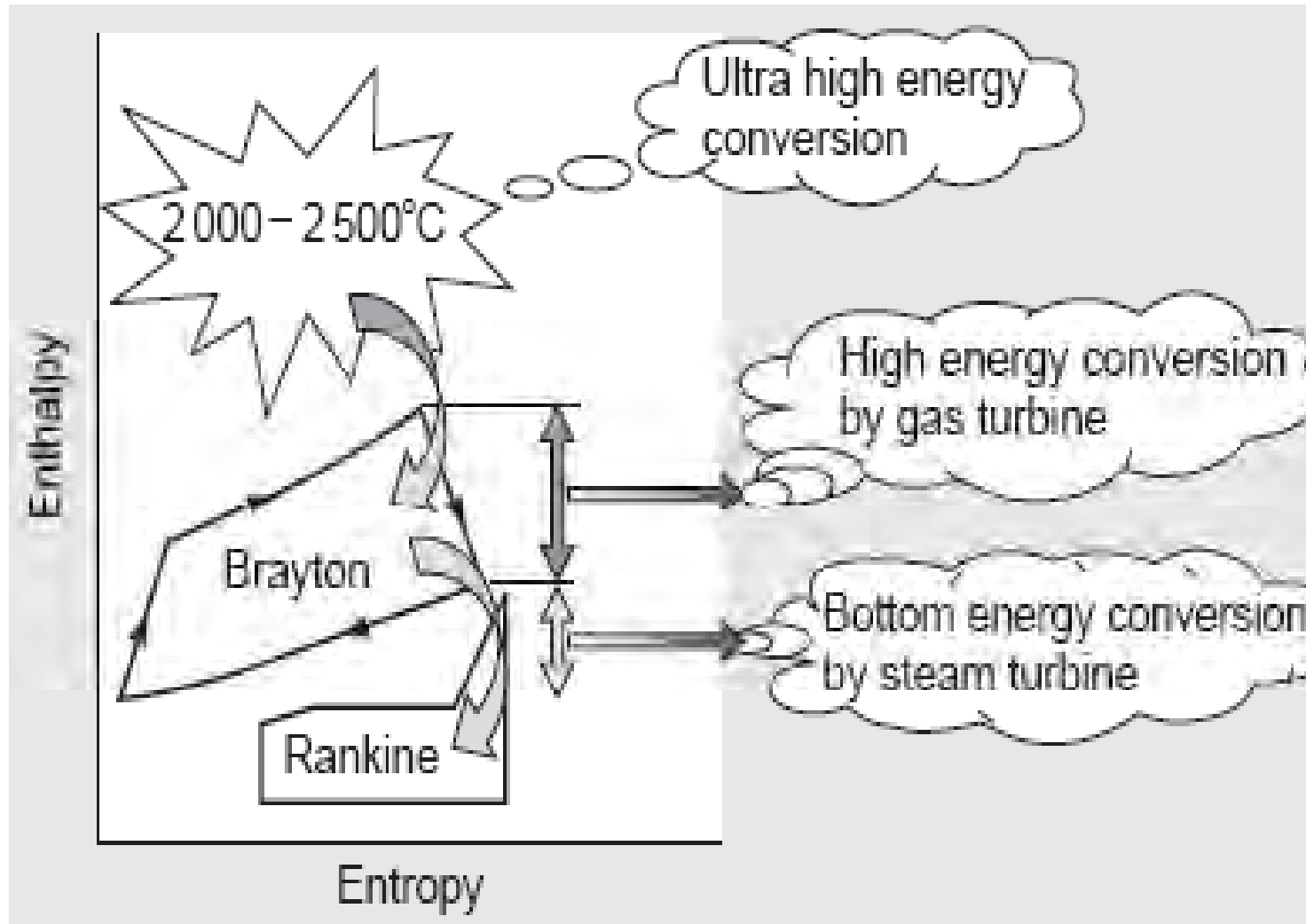
# Inovacije na gasnim turbinama



## Inovacije GT i CCT:

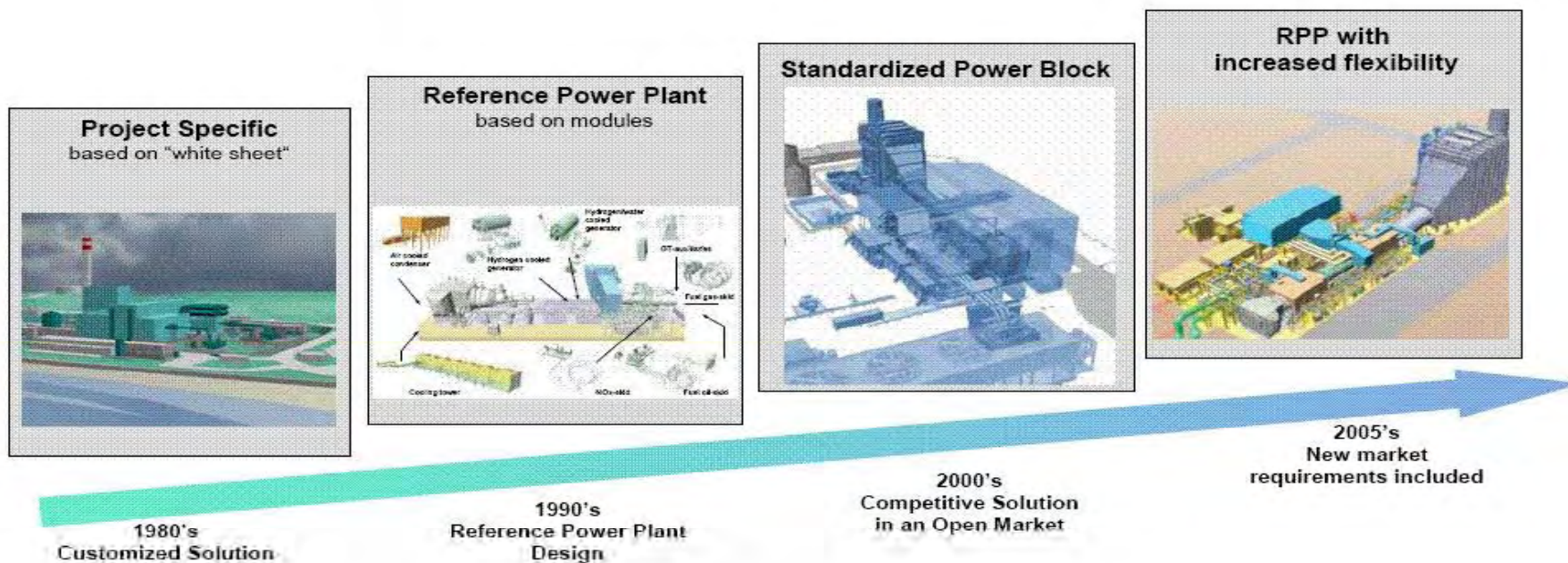
- aerodinamika (3D dizajn),
- primenu novih materijala
- jednokristalne lopatice
- keramičko-termičku zaštitu,
- hlađenje lopatica,
- hidrauličko podešavanje centričnosti rotora

# Perspektivni razvoj GT





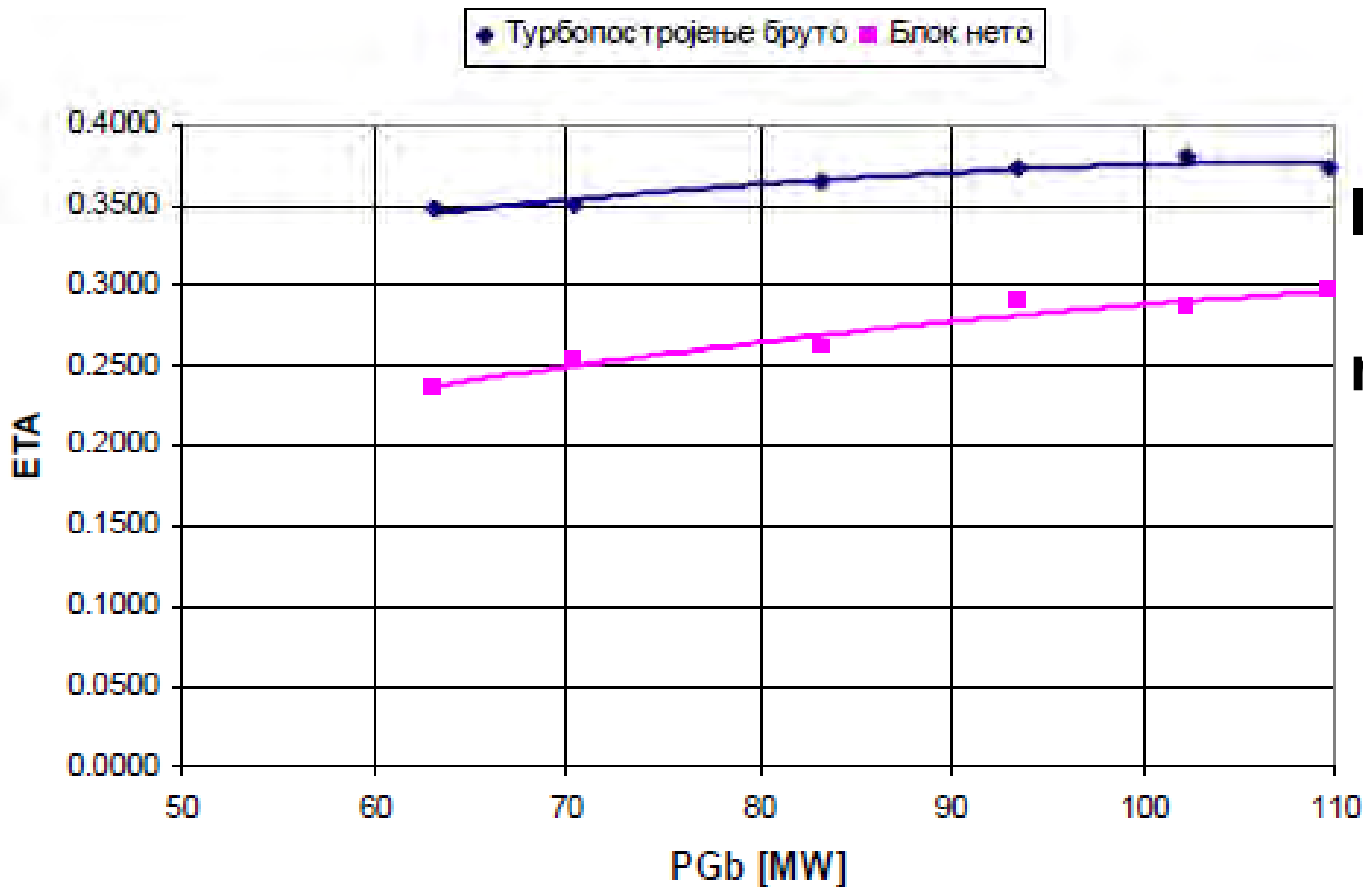
# Efikasnost projektovanja i građenja



- Modulski pristup projektovanju i građenju
- Referentno projektno rešenje
- Standardizovani gasno – parni blok i primena EPC modela vođenja projekta
- Referentni gasno – parni blok sa povećanom fleksibilnošću – tržišni zahtevi
- Rokovi izgradnje CCGT 26 – 36 meseci

# Ostvarena efikasnost TE-TO Novi Sad

Степен корисности у кондензационом режиму



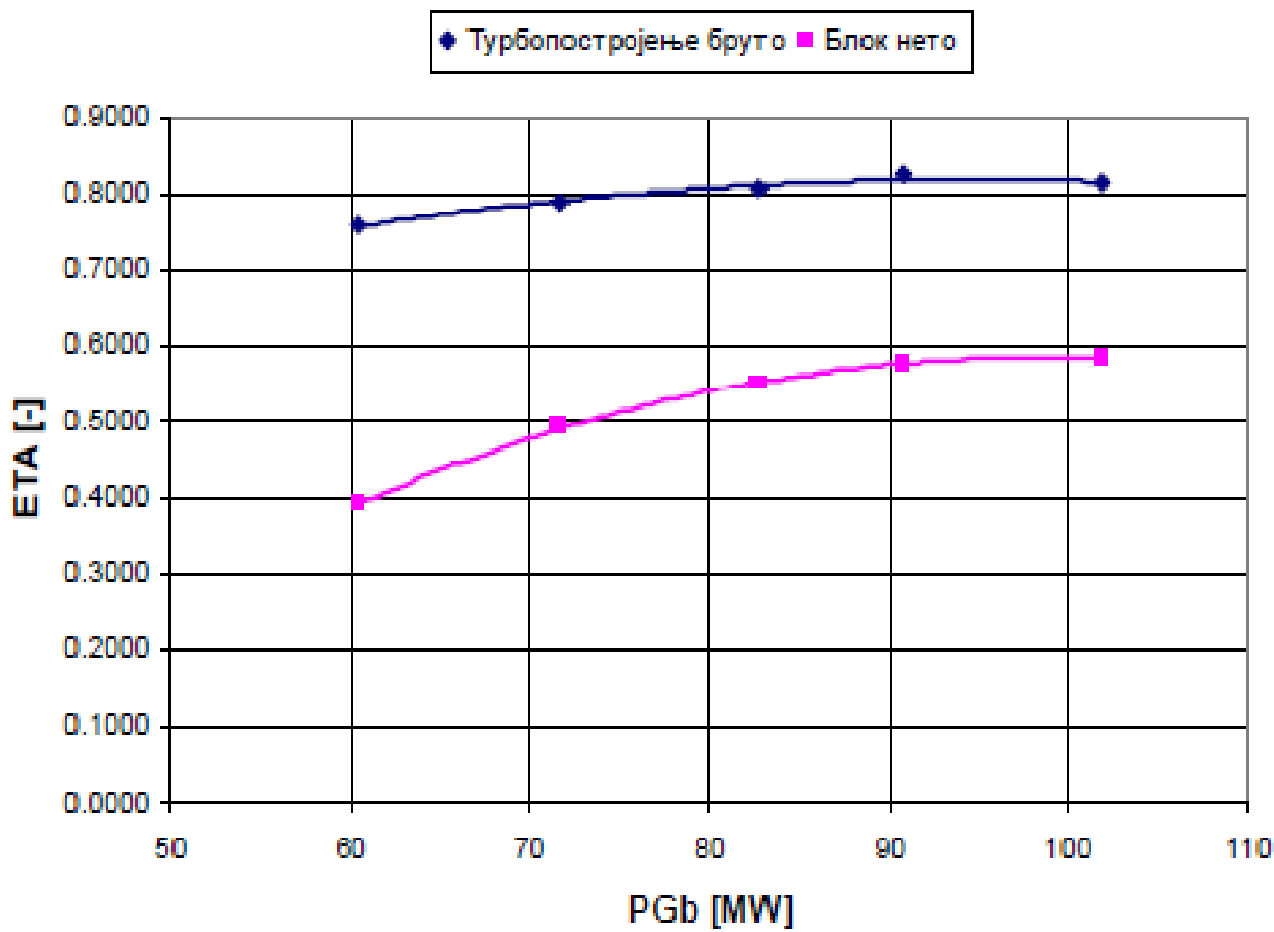
Ispitivanja 2009/2010

$\eta_{\text{bloka,neto}} = 0,25 - 0,3$

u kondenzaciji

# Ostvarena efikasnost TE-TO Novi Sad

Степен корисности за производњу електричне енергије у КР

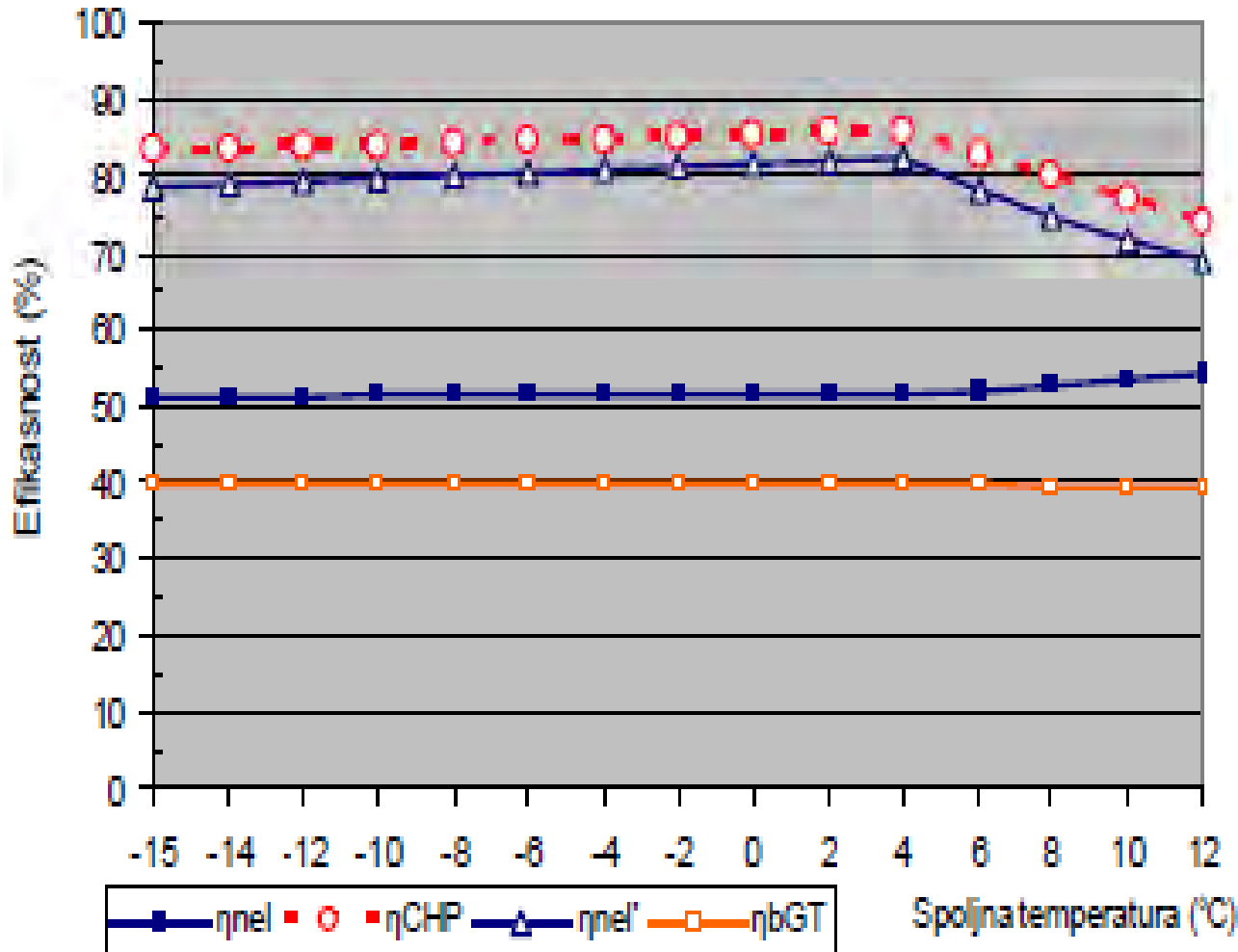


Ispitivanja 2009/2010

$$\eta_{\text{bloka,neto}} = 0,4 - 0.6$$

u kogeneraciji

# Planirana efikasnost TE-TO Novi Sad



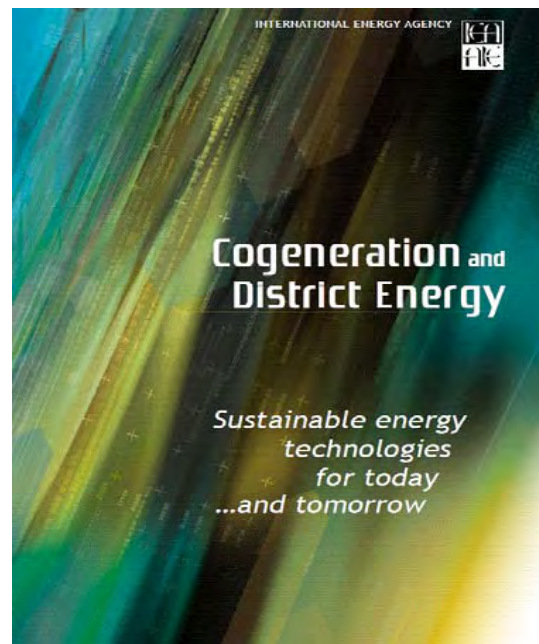
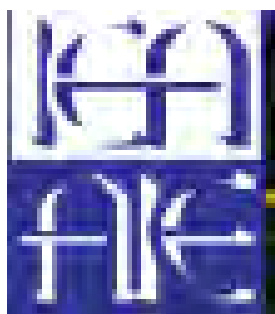
## Prethodna studija

$\eta_{bloka,neto} = 0,52 - 0,58$   
u kondenzaciji

$\eta_{bloka,neto} = 0,72 - 0,82$   
u kogeneraciji

$\eta_{bloka,ukupni} = 0,76 - 0,86$   
u kogeneraciji

# Organizaciona efikasnost – organizaciona infrastruktura za TE-TO/DHC u svetu



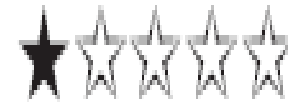
- The International CHP/DHC Collaborative**
- This collaborative effort will convene public and private sector officials with the goal of expanding international investment in CHP and DHC as clean energy solutions. The Collaborative will construct a network spanning into the results to help foster a better understanding among policymakers and industry about the benefits of CHP/DHC. In addition, it will identify and highlight successful national strategies for overcoming barriers to increased CHP/DHC utilization.
- The Collaborative will:
- ◆ Develop the first **global CHP/DHC capacity database** focused on key sectors, regions, and countries.
  - ◆ Input new data into IEA's global energy technology planning models to **determine additional CHP/DHC potential**, associated costs, emission reduction benefits, and energy savings.
  - ◆ Collect examples of **model policies and approaches** from around the world in key areas like grid access and system planning, the environment, energy technology promotion, and other areas.
  - ◆ Develop publications to **communicate the potential benefits** associated with greater international investment in CHP/DHC.
  - ◆ Hold workshops and conduct outreach to **share lessons learned** from successful public and private sector efforts to advance CHP/DHC.

Ova tri dokumenta se smatraju “Svetim pismom” koji promovišu primenu TE-TO/DHC – kao savremenu niskokarbonsku visoko efikasnu energetska tehnologiju

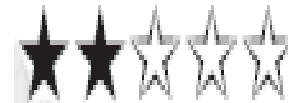
# Organizaciona efikasnost – organizaciona infrastruktura za TE-TO/DHC u svetu

## IEA - Ocenjivanje uspešnosti primene kolaborativnih sistema TE-TO/DHC – Rejting lista

Bez bitnih političkih nastojanja ili namera da se stimuliše TE TO / DHC sistem. Ne očekuje se razvoj tržišta u predvidivoj budućnosti



Neka minorna prepoznavanja uloge TE TO / DHC sistema, ali mere nisu delotvorne ili su nedovoljne da utiču na razvoj tržišta



Postoji jasno prepoznavanje uloge TE TO / DHC sistema, praćeno uvođenjem određenih mera za ubrzanje razvoja tržišta, ali TE TO / DHC nisu visokog prioriteta u poređenju sa drugim energetske rešenjima. Pored toga zemlji nedostaje integralna strategija za TE TO / DHC sisteme. Usled toga verovatno je skroman razvoj tržišta.



TE TO / DHC sistemi su blizu vrha na listi proriteta energetske strategije i efektivno se sprovode mere kao delovi usklađene strategije. Očekuje se znatan razvoj tržišta TE TO / DHC sistema.



Svetski lider u prioritetizaciji TE TO / DHC sistema, sa jasnom i proverenom strategijom za ispunjenje značajnog razvoja tržišta i sprovođenje bar jedne mere kao najbolje svetske prakse.



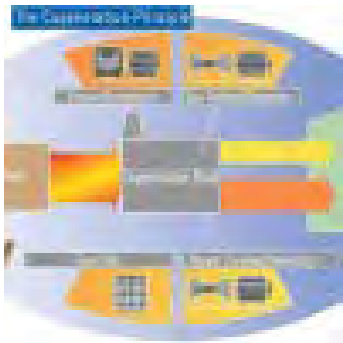
# Saradnja IEA i Foruma G8

U julu 2005 godine, šefovi država G8 su zamolili IEA da saopšti, „čistu, pametnu i konkurentnu energiju budućnosti“.

**Forum G8 je izdao Saopštenje –  
Komunike sa Samita koji je održan 2007 godine  
u HEILIGENDAMM-u u Nemačkoj, u kojem**

**„Preporučuje se usvajanje instrumenata i mera  
za značajno povećanje primene  
TE-TO/DHC  
za proizvodnju toplotne i električne energije“**

# Organizaciona efikasnost – organizaciona infrastruktura za TE-TO/DHC u Evropi



- ❖ **COGENERATION Europe** – poslovna asocijacija za unapređenje kogeneracije, uvođenje finansijskih i poreskih olakšica i obezbeđenje boljih uslova za pristup mreži za TE-TO/DHC

- ❖ **Directiva 2004/08/EC, Bela knjiga UK**

- ❖ **CODE Project**

- ❖ **VIZIJA EU27 – DISTRICT HEATING & COOLING – A VISION TOWARDS 2020 – 2030 – 2050**

- ❖ **WADE – The World Alliance for Decentralized Energy, Svetski savez za decentralizovanu energiju – WADE Ekonomski model**





# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

Najzahtevnije i najinteresantnije komercijalno pitanje kod kogenerativnih TE-TO jeste:

- ❖ Određivanje cena električne i toplotne energije u kogeneracijskoj proizvodnji
- ❖ Struktura troškova proizvoda kogeneracije:
  - Varijabilni troškovi
  - Fiksni troškovi
- ❖ Izračunavanje troškova električne i toplotne energije se bazirao na izračunavanju specifične potrošnje goriva

$b_{ee,TE-TO}$  i  $b_{t,TE-TO}$   
preko termodinamičkih relacija

# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

**Metodologija TE-TO Novi Sad:** primenjuje se od 2002 godine

- Obračunavaju se varijabilni troškovi za TO NS u potrošnji goriva TE-TO prema faktoru učešća toplotne snage:

$$P_{TO,GOR} = \frac{T_{GR\dot{E}T} + E_{CP\dot{E}E} \cdot 0,84}{E_{EPS\dot{E}E} + T_{GR\dot{E}T} + E_{CP\dot{E}E} \cdot 0,84} \cdot 100 (\%)$$

- Ostali troškovi se obračunavaju u odnosu na rashode bez varijabilnih troškova, sa faktorom učešća toplotne snage u ukupnoj snazi TE-TO (50%) i procentualnim učešem potrošnje goriva JKP Novosadska toplana u potrošnji goriva u TE-TO Novi Sad (50%), prema formuli:

$$P_{TO,OST} = 11,4 + 0,5 \cdot P_{TO,GOR} (\%).$$

# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

- **Evropska pomoć u Kreiranju i delovanju Agencije za energetiku Srbije: Određivanje cena toplotne i električne energije u kombinovanoj proizvodnji TE-TO, 2005, Autori KEMA (Holandija) u saradnji sa IPA (V. Britanija) i Rocas (Grčka).**
- **Metodologija MF: Cena toplote iz TE-TO zavisi od cene goriva**  
$$C_{tTE-TO} = k \times C_G$$
**i koeficijenta k. Koeficijent k je predmet pregovora proizvođača i potrošača toplote i kreće se između**  
$$k_{\min TE-TO} \text{ i } k_{\max TO}$$

# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

Kombinacije metoda raspodele varijabilnih i fiksnih troškova	Fiksni troškovi		
	Alternativni način snabdev. energijom	Metod distribucije benefita	Metod učešća kapaciteta
<b>Varijabilni troškovi</b>			
Energetski metod			X
Radni metod			X
Eksergijski metod			X
Alternativni način snabdev. energijom	X		
Proporcionalni metod	X		X
Metod distribucije benefita		X	

Prema Studiji Svetske banke,

postoji više metoda za raspodelu potrošnje goriva  $B_{cog}$  na komponente za električnu energiju  $B_{f.e}$  i za toplotu  $B_{f.h}$ .

# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

Svetska banka iz Vašingtona je uradila Studiju pod nazivom:

- ❖ **Regulation of Heat and Electricity Produced in Combined-Heat & Power Plants, oktobar, 2003, The World Bank Washington, D.C.,u kojoj se navodi da podela troškova ne zavisi od termodiničkih metoda nego od sledećih faktora:**
  - ❖ **Stepena liberalizacije tržišta energije,**
  - ❖ **Postojanja dispariteta energije i energenata,**
  - ❖ **Razvijenosti privrede i visine zarada,**
  - ❖ **Klimatskih uslova i razvijenosti gasne i toplifikacione mreže,**
  - ❖ **Razvijenosti svesti o zaštiti životne sredine, primene obnovljivih izvora energije, zelenih sertifikata i uvedenosti feed-in tarifa,**
- ❖ **Većina specijalista smatra da do danas nema stručno priznatog i naučno zasnovanog metoda za objektivnu raspodelu benefita kogeneracije i do sada to ostaje nerešen problem.**

# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

- ❖ U praksi postoji veliko šarenilo metodologija jer “**postoji onoliko metoda za raspodelu troškova koliko ima i kompanija koje se bave sa eksploatacijom TE-TO i daljinskih sistema grejanja**”.
- ❖ Sa pojavom liberalizacije tržišta energije i klimatskih promena pojavili su se problemi sa primenom termodinamičkih metoda jer ne mogu da integrišu i kvantifikuju tržišne specifičnosti, čudi monopola i efekte smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte, pa Studija preporučuje uvođenje:
  - Troškovno – Tržišnih metoda ili
    - Regulaciju cena toplotne i električne energije treba poveriti nezavisnim regulatornim agencijama

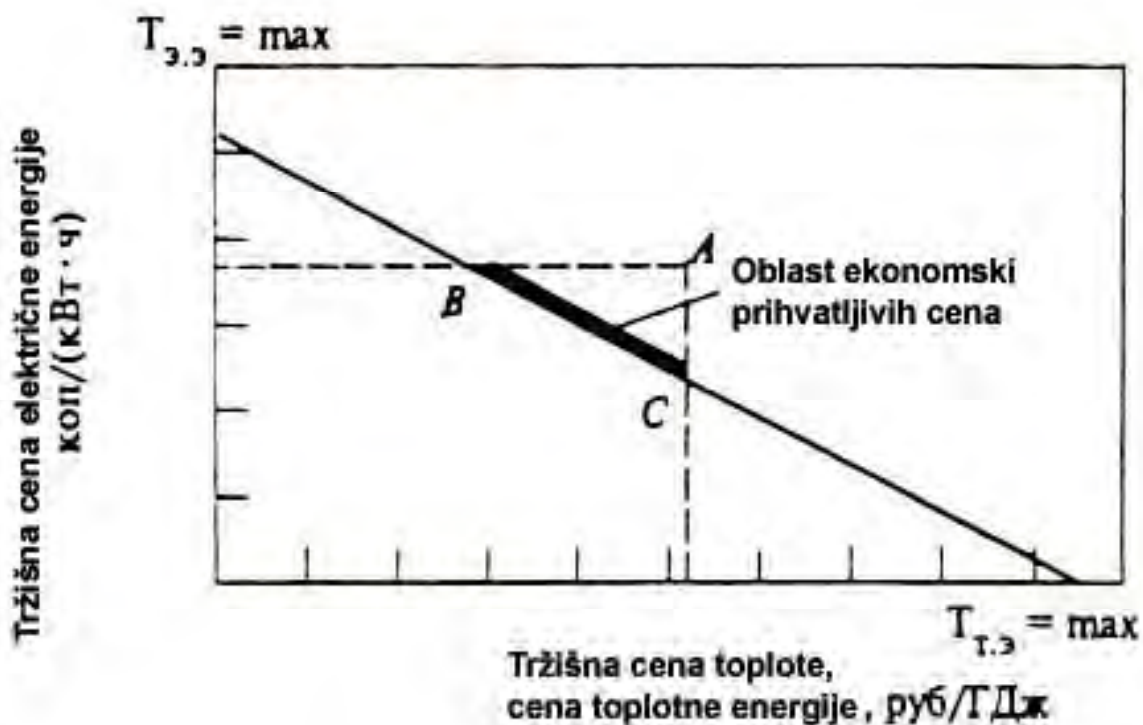
# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

- ❖ Kupca interesuje samo kvalitet i ukupna cena proizvoda, a ne varijabilni i fiksni troškovi, to je unutrašnja stvar proizvođača kako će to ostvariti
- ❖ Predlog nove metodologije “TROUGAO CENA” ili Ginterova metoda spada u troškovno – tržišne metode za određivanje cena kogenerativnih proizvoda
- ❖ Metodologija “TROUGAO CENA” daje ukupne cene toplotne i električne energije  $C_{tTE-TO}$  i  $C_{eeTE-TO}$  (bez podele na varijabilne i ostale troškove)
- ❖ Termodinamički pokazatelji:
  - koeficijent iskorišćenja goriva – ukupna termička efikasnost,
  - specifična proizvodnja električne energije po isporučenoj toploti
  - efektivni električni stepen korisnosti.

Mogu poslužiti proizvođaču za ocenu kvaliteta termotehničkih procesa, a ne za određivanje cena, u te svrhe se koristi tržišna konjunktura proizvoda

# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

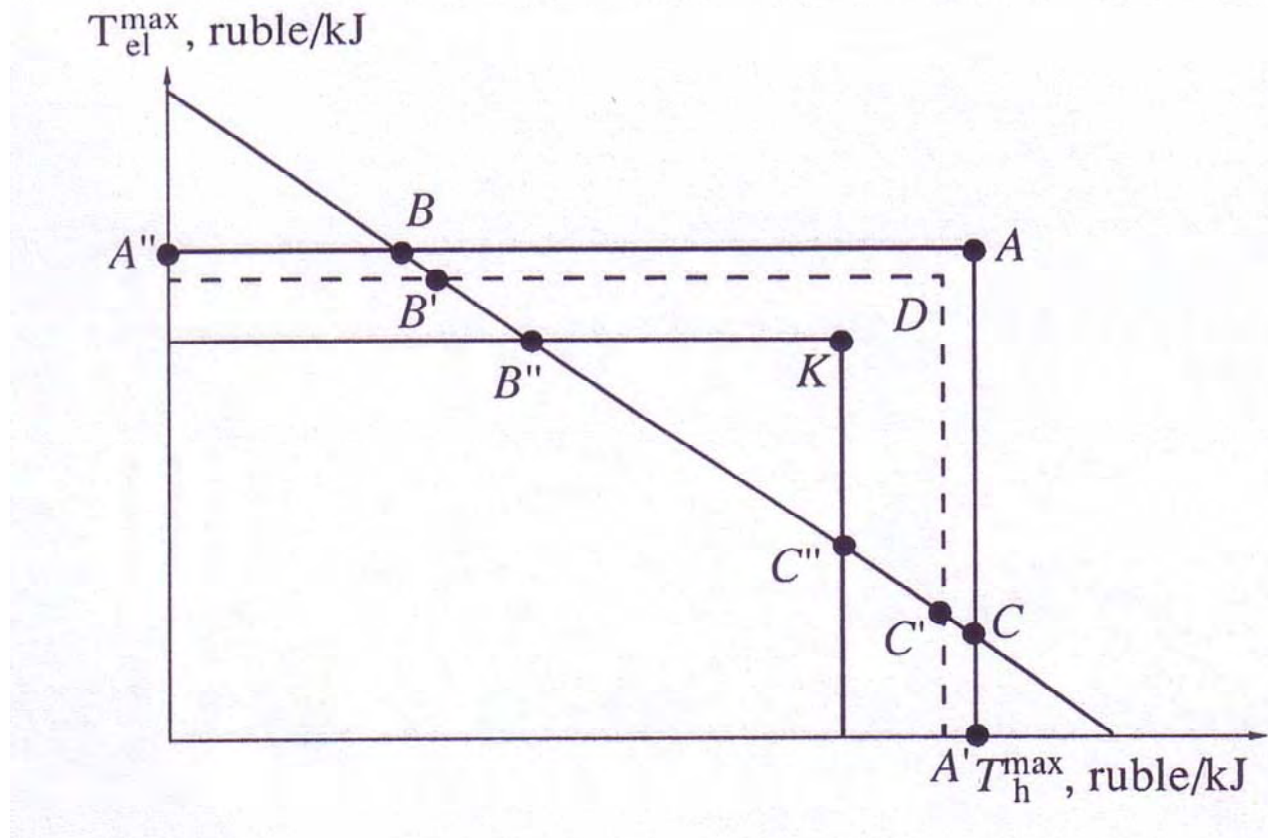
Ukupni troškovi za proizvodnju električne i toplotne energije u kogeneraciji mogu se raspodeljivati između dva proizvoda raznim načinima, ali pošto se suma svih troškova takve proizvodnje ne menja, onda rezultati svih mogućih varijanti raspodele mogu se postaviti na jednu pravu koja formira mrežu “TROUGAO CENA”





# TARIFIKACIJA – Metodologija raspodele troškova i benefita u kogeneraciji na električnu i toplotnu energiju

Sve moguće varijante raspodele troškova između proizvedene električne i Toplotne energije u kogeneraciji leže na pravoj koja spaja te dve tačke, formirajući uzajamno povezane parove. Ograničenja za svaki od izabranih parova na datoj mreži su spoljni faktori, određeni cenom električne energije na tržištu i alternativnim načinima snabdevanja potrošača toplotom



# Cene grejanja iz SDG u EU

Zemlja	Sred cena SDG €/MWh	Udeo SDG u uk. grej.	Regulac cena
Austrija	37.64 – 69.10	16%	Ne
Češka	40.3	45%	Ne
Danska	51.24	56%	Da
Estonija	26	30%	Da
Finska	27.00 – 33.00	49%	Ne
Nemačka	49.18	12%	Ne
Mađarska	20.00 – 45.00	16%	Ne
Litvanija	30.14 – 44.62	45%	Da
Holandija	53.45	34%	Ne
Švedska	38.60 – 43.70	38%	Ne

**Cene grejanja iz SDG u EU su samerljive sa cenama grejanja iz SDG u Srbiji**

# Cene el en u Evropi i svetu

2010 RANG	DRŽAVA	Cena USc/kWh	Procent povećanja
1	Italija	15,72	+ 8,7
2	Nemačka	12,98	+ 8,6
3	Austrija	11,84	+ 0,6
4	Španija	11,52	+ 4,0
5	Vel Britanija	11,31	+ 8,2
6	Holandija	11,07	+ 6,5
7	Belgija	10,32	+ 7,4
8	USA	9,27	- 0,9
9	Poljska	8,66	+ 4,4
10	Finska	8,47	+ 20,6
11	Švedska	8,29	+ 6,9
12	Francuska	7,62	+ 5,7
13	Kanada	7,27	+ 10
14	Australija	6,88	+ 5,2
15	Južna Afrika	6,40	+ 32,8

Izvor informacija PEI  
magazine  
Septembar 2010  
(Podaci za Juni 2010)

❖ Cene električne energije

6.4 – 15.72 USc/kWh

❖ Porast cena 2010/2009

0.6 – 32.8 %

# Cene gasa u Srbiji

Cena gasa za tarifne potrošače **30** din/m<sup>3</sup>

Cena gasa za kvalifikovane potrošače **39** din/m<sup>3</sup>

Prema Zakonu o energetici kvalifikovani potrošači mogu ostvariti popust cene gasa u odnosu na cenu za tarifne potrošača, a u praksi je obrnuto.

Kako je moguće nepoštovanje Zakona.

Umesto da gas za kvalifikovane potrošače bude 24-26 din/m<sup>3</sup>, gas je 62% skuplji,

a za toliko i cene el en i grejanja u TE-TO i TO.

Najavljuje se novo poskupljenje gasa za 18 - 25%.

# PREDLOG ZAKLJUČAKA

- ❖ Kogeneracija je optimalna tehnologija za efikasno korišćenje fosilnih goriva.
- ❖ Savremeni kogenerativni gasno-parni blokovi rade sa visokom efikasnošću, brže i jeftinije se grade od blokova na čvrsto gorivo i po svojim fleksibilnim performansama približili su se HE.
- ❖ U svetu i Evropi je doneto mnogo propisa za unapređenje kolaborativnih sistema TE-TO/SDG – Srbiji predstoji veliki posao oko donošenja propisa za TE-TO/SDG, po ugledu na EU.
- ❖ Danas je najzahtevnije komercijalno pitanje kod TE-TO tarifikacija električne i toplotne energije i utvrđivanje pokazatelja uspešnog poslovanja i kvaliteta procesa kogeneracije.
- ❖ Tarifikacija električne i toplotne energije na osnovu metodologija koje se baziraju na termodinamičkim osnovama, u svetu i zemljama EU, se izbegava, jer ne prepoznavaju specifičnosti tržišta i efekte klimatskih promena.
- ❖ Za određivanje cena u kogeneraciji sve više se koriste metode zasnovane na troškovno-tržišnim principima.
- ❖ Predložena metodologija “TROUGAO CENA” u ovom radu je doprinos nastojanjima objektivnije i realnije tarifikacije električne i toplotne energije iz kolaborativnih sistema TE-TO/SDG.

**HVALA NA PAŽNJI**