

**Приложение № 1**  
към чл. 3, ал. 3 и чл. 21, ал. 1

ОТЧЕТ  
ТАБЛИЦА 1

основни производствени и технически показатели  
за комбинирано производство в ТЕЦ към .....

№	Показатели	Мярка	За отчетния месец	С натрупване от 01 януари
1	2	3	4	5
<b>I.</b>	<b>Инсталации за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия</b>			
<b>A</b>	За всяка инсталация на природен газ с газова турбина или ДВГ с котел - утилизатор със или без турбогенератор			
1.	Инсталация № 1			
1.1.	Общата електрическа енергия - $E^{бр}$ в т. ч.	MWh		
	- комбинирана $E_{комб}$ .	MWh		
	- некомбинирана $E_{некомб}$ .	MWh		
1.2.	Общата полезна топлинна енергия - $Q_t$ в т. ч.	MWh		
1.2.1.	- комбинирана енергия - $Q_{комб.}$ :	MWh		
	- за собствени нужди	MWh		
	- за собствено потребление	MWh		
	- пара за подгрев на гореща вода за други потребители	MWh		
	- продадена пара за промишлени нужди	MWh		
1.2.2.	- некомбинирана енергия - $Q_{некомб.}$ :	MWh		
	- за собствени нужди	MWh		
	- за собствено потребление	MWh		
	- пара за подгрев на гореща вода за други потребители	MWh		
	- продадена пара за промишлени нужди	MWh		
1.3.	Енергийна ефективност при производство на комбинирана електрическа енергия - $\eta_{комб.е}$	%		
1.4.	Енергийна ефективност при производство на комбинирана полезна топлинна енергия - $\eta_{комб.г}$	%		
1.5.	Икономия на използваното гориво $\Delta F$ съгласно чл.16 на наредбата	%		
2.	Инсталация № 2			
2.1.	- същите показатели както за № 1 и т.н.			
<b>B.</b>	За всеки турбогенератор, работещ с енергиен/ни котел/котли			
1.	Турбогенератор № 1			
1.1.	Общата електрическа енергия - $E^{бр}$ , в т. ч.	MWh		
	- комбинирана - $E_{комб}$ .	MWh		
	- некомбинирана - $E_{некомб}$ .	MWh		
1.2.	Комбинирана полезна топлинна енергия - $Q_{комб.}$ :	MWh		
	- за собствени нужди	MWh		
	- за собствено потребление	MWh		
	- пара за подгрев на гореща вода за други потребители	MWh		
	- продадена пара за промишлени нужди	MWh		

1.3.	Енергийна ефективност при производство на комбинирана електрическа енергия - $\eta_{\text{комб.е}}$	%		
1.4.	Енергийна ефективност при производство на комбинирана полезна топлинна енергия - $\eta_{\text{комб.г}}$	%		
1.5.	Икономия на използваното гориво $\Delta F$ съгласно чл.16 на наредбата	%		
2.	Турбогенератор № 2			
2.1.	същите показатели както за № 1 и т.н.			
<b>В.</b>	<b>Турбогенератори - общо</b>			
1.	Общата електрическа енергия - $E^{\text{бр.}}$ , в т. ч.	MWh		
	- комбинирана - $E_{\text{комб.}}$	MWh		
	- некомбинирана - $E_{\text{некомб.}}$	MWh		
2.	Комбинирана полезна топлинна енергия - $Q_{\text{комб.}}$ , в т. ч.	MWh		
	- за собствени нужди	MWh		
	- за собствено потребление	MWh		
	- пара за подгрев на гореща вода за други потребители	MWh		
	- продадена пара за промишлени нужди	MWh		
<b>Г.</b>	<b>Енергийни котли - общо</b>			
1.	Брутен КПД - осреден за енергийните котли - $\eta^{\text{КА}}_{\text{бр.ср.}}$	%		
2.	Произведена топлинна енергия в енергийни котли $\sum_{i=1}^n Q_i = \sum_{i=1}^n (D_{\text{пн},i} \cdot i_{\text{пн},i} - D_{\text{пв},i} \cdot i_{\text{пв},i} + Q_{\text{продукци},i})$	MWh		
3.	Топлинна енергия на изхода от енергийни котли - $\sum D_{\text{пн},i} \cdot i_{\text{пн},i}$	MWh		
4.	Отнета чрез РОУ топлинна енергия след енергийните котли (некомбинирана полезна топлинна енергия - $Q_{\text{некомб.}}$ ) - $D_{\text{роу}} \cdot (i_{\text{роу}} - i_{\text{конд.}})$ , където: $i_{\text{конд.}}$ - енталпия на кондензата.	MWh		
5.	Топлинна енергия от енергийните котли към турбогенераторите $\sum (D_{\text{тг},i} \cdot i_{\text{тг},i} - D_{\text{пв},i} \cdot i_{\text{пв},i} + Q_{\text{продукци},i})$	MWh		
<b>II.</b>	<b>Инсталации за производство на топлинна енергия</b>			
1.	<b>Водогрейни котли</b>			
1.1.	Топлинна енергия - бруто	MWh		
1.2.	Брутен КПД - осреден за котлите	%		
2.	<b>Парни котли</b>			
2.1.	Топлинна енергия - бруто	MWh		
2.2.	Брутен КПД - осреден за парни и отоплителни котли	%		
<b>III.</b>	<b>Общо производство от ТЕЦ - бруто</b>			
1.	Обща електрическа енергия - $E^{\text{тец}}_{\text{бр.}}$ , в т. ч.	MWh		
1.1.	- комбинирана - $E^{\text{тец}}_{\text{комб.}}$	MWh		
1.2.	- некомбинирана - $E^{\text{тец}}_{\text{некомб.}}$	MWh		
2.	Полезна топлинна енергия - $Q^{\text{тец}}_{\text{бр.}}$ , в т.ч.	MWh		
2.1.	- комбинирана - $Q^{\text{тец}}_{\text{комб.}}$ в т.ч. с	MWh		
	- пара	MWh		
	- гореща вода	MWh		
2.2.	- некомбинирана - $Q^{\text{тец}}_{\text{некомб.}}$ в т.ч.	MWh		
	- пара	MWh		

	- гореща вода	MWh		
<b>IV.</b>	<b>Собствени нужди за ТЕЦ</b>			
1.	Електрическа енергия - общо, в т.ч.	MWh		
	- собствено производство	MWh		
	- собствено производство	%		
	- закупено отвън	MWh		
2.	Топлинна енергия -общо, в т.ч. със	MWh		
	- пара	MWh		
	- гореща вода	MWh		
<b>V.</b>	<b>Електрическа енергия за реализация - нето</b>	MWh		
1.	Комбинирана, в т.ч. подадена към мрежа на:	MWh		
1.1.	„Електроенергиен системен оператор“ ЕАД	MWh		
1.2.	Електроразпределителни дружества	MWh		
1.3.	Свои клонове, предприятия и обекти (Член 119, ал.1 Закон за енергетиката), извън посочените в т. V.1.2. и т. V.1.2. от таблицата	MWh		
2.	Некомбинирана, в т.ч. подадена към:	MWh		
2.1.	„Електроенергиен системен оператор“ ЕАД	MWh		
2.2.	Електроразпределителни дружества	MWh		
2.3.	Свои клонове, предприятия и обекти (Член 119, ал.1 Закон за енергетиката), извън посочените в т. V.2.1. и т. V.2.2. от таблицата	MWh		
<b>VI.</b>	<b>Количество топлинна енергия за реализация - нето от ТЕЦ</b>			
1.	Общо за ТЕЦ, в т.ч. със	MWh		
	- пара	MWh		
	- гореща вода	MWh		

ТАБЛИЦА 2  
разход на горива в ТЕЦ към .....

№		ЗА ТЕКУЩ МЕСЕЦ				ЗА ПЕРИОДА	
		Количество tonne/10 <sup>3</sup> nm <sup>3</sup>	Калоричност kJ/kg kJ/nm <sup>3</sup>	Условно гориво tonne	%	Условно гориво tonne	%
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Гориво за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия						
1.	За всяка отделна инсталация на природен газ с газова турбина или с ДВГ						
1.1	природен газ - № 1						
1.2	природен газ - № ...						
2.	Общо за инсталации с енергийни котли и парни турбини на						
2.1	природен газ						
2.2	мазут						
2.3	въглища						
2.4	други						
3.	Общо по т.1 и 2						

3.1	природен газ
3.2	мазут
3.3	въглища
3.4	други
II.	Гориво за разделно производство на топлинна енергия
1.	За водогрейни котли
1.1	природен газ
1.2	мазут
1.3	други
2.	За парни котли
2.1	природен газ
2.2	мазут
2.3	въглища
2.4	други
3.	Общо по т.1 и 2
3.1	природен газ
3.2	мазут
3.3	въглища
3.4	други
III.	Горива - общо по I и II
	природен газ
	мазут
	въглища
	други

Забележки:

1. В приложена справка се представят средните месечни стойности за качествените показатели за горивата по калоричност, влага, пепел, сяра, обща и горима и разчетни данни за елементарен състав по  $C_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$  и  $O_2$ .

2. Когато се изгарят въглища от отделни доставчици с различни качествени показатели, в таблицата се посочва сумата от натуралното гориво и среднопретеглената калоричност. В отделна таблица се посочват количествата и калоричността за всички видове изгаряни въглища.

3.  $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$

**Приложение № 2**  
към чл. 5, ал. 2 и чл. 10

## ПРАВИЛА за определяне на количеството комбинирана електрическа енергия

### I. Използвани символи и индекси

1. Латински символи	Описание	Мярка
F	еквивалентна енергия на горивото	MWh
E	електрическа енергия	MWh
Q	топлинна енергия	MWh
2. Гръцки символи		
$\eta$	енергийна ефективност (КПД)	%
$\beta$	коефициент на електрически загуби (недопроизводство)	MWh/MWh
$\sigma$	режимен фактор	MWh/MWh

### 3. Индекси

q	топлинна енергия	-
e	електрическа енергия	-

## II. ОСНОВНИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРАНО ПРОИЗВОДСТВО

- Общата (сумарна) полезна топлинна енергия -  $Q^T$  е цялото количество полезна топлинна енергия, произведена от инсталацията за определен период.
- Общата (сумарна) електрическа енергия -  $E_{бр.}$  е произведената брутна електрическа енергия от инсталацията за определен период.
- Общата (сумарна) енергия на горивото -  $F^T$  е еквивалентното количество енергия на цялото използвано в инсталацията гориво или ВЕИ при съответната долна топлина на изгаряне за определен период.
- Комбинирана брутна полезна топлинна енергия -  $Q_{комб.}$  е само това количество от брутната полезна топлинна енергия, което е произведено в процес на комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия за определен период.
- Комбинирана брутна електрическа енергия -  $E_{комб.}$  е само това количество от електрическата енергия, което е произведено в пряка зависимост от производството на комбинирана полезна топлинна енергия за определен период.
- Енергия на горивото за комбинирано производство -  $F_{комб.}$  е само тази еквивалентна енергия на горивото, при съответната долна топлина на изгаряне, която е използвана за производство по комбиниран начин на електрическа енергия и комбинирана полезна топлинна енергия за определен период.
- Некомбинирана полезна топлинна енергия -  $Q_{некомб.}$  е полезната топлинна енергия, произведена без пряка зависимост от производството на електрическа енергия за определен период.
- Некомбинирана брутна електрическа енергия -  $E_{некомб.}$  е електрическата енергия, произведена без пряка зависимост от производството на комбинирана полезна топлинна енергия за определен период.
- Енергия на горивото за некомбинирано производство - ( $F_{некомб.} = F_{некомб.е} + F_{некомб.г}$ ) е еквивалентната енергия на горивото или ВЕИ, при съответната долна топлотворна способност, която е използвана за производство на некомбинирана електрическа енергия и некомбинирана полезна топлинна енергия за определен период.
- Обща енергийна ефективност на използване на горивото -  $\eta_{общо}$  е отношението на сумата от произведените от инсталацията брутна електрическа енергия и брутна комбинирана полезна топлинна енергия към общата енергия на горивото или ВЕИ, намалена с енергията на горивото или ВЕИ за производство на некомбинирана полезна топлинна енергия за определен период.

$$\eta_{общо} = \frac{E_{бр.} + Q_{комб.}}{F^T - F_{некомб.г}}$$

Забележка:  $\eta_{общо}$  се определя и по формулата към чл. 4, ал. 2.

- Обща енергийна ефективност на комбинирано използване на горивото -  $\eta_{комб.}$  е отношението на сумата от произведените брутна комбинирана електрическа енергия и брутна комбинирана полезна топлинна енергия към енергията на горивото или ВЕИ за комбинирано производство за определен период.

$$\eta_{комб.} = \frac{E_{комб.} + Q_{комб.}}{F_{комб.}}$$

- Режимен фактор  $\sigma$  е отношението на комбинираната електрическа енергия към

комбинираната брутна полезна топлинна енергия за определен период. Режимният фактор се пресмята, съгласно формулите в Приложение № 2.

$$\sigma_{\text{реж.}} = \frac{E_{\text{комб.}}}{Q_{\text{комб.}}}$$

13. Коефициент на електрически загуби (недопроизводство) -  $\beta$  е отношението на намаляването на производството на общата електрическа енергия  $\Delta E^{\text{бр.}}$  към ръста на производство на топлинна енергия -  $\Delta Q$  за определен период.

$$\beta = \frac{\Delta E^{\text{бр.}}}{\Delta Q}$$

14. Енергийна ефективност на некомбинирано (принудено) производство на електрическа енергия -  $\eta_{\text{некомб.е}}$  е ефективността при производство на електрическа енергия без пряка зависимост от производството на полезна топлинна енергия за определен период.

$$\eta_{\text{некомб.е}} = \frac{E_{\text{некомб.}}}{F_{\text{некомб.е}}}$$

15. Енергийна ефективност на некомбинирано (разделно) производство на полезна топлинна енергия -  $\eta_{\text{некомб.г}}$  е ефективността при производство на полезна топлинна енергия без пряка зависимост от производството на електрическа енергия за определен период.

$$\eta_{\text{некомб.г}} = \frac{Q_{\text{некомб.}}}{F_{\text{некомб.г}}}$$

16. Енергийна ефективност на комбинирано производство на електрическа енергия -  $\eta_{\text{комб.е}}$  се определя като отношение на брутното производство на комбинирана електрическа енергия към общото еквивалентно количество енергия на използваното гориво или ВЕИ от инсталацията за производството на комбинирана електрическа енергия и комбинирана полезна топлинна енергия.

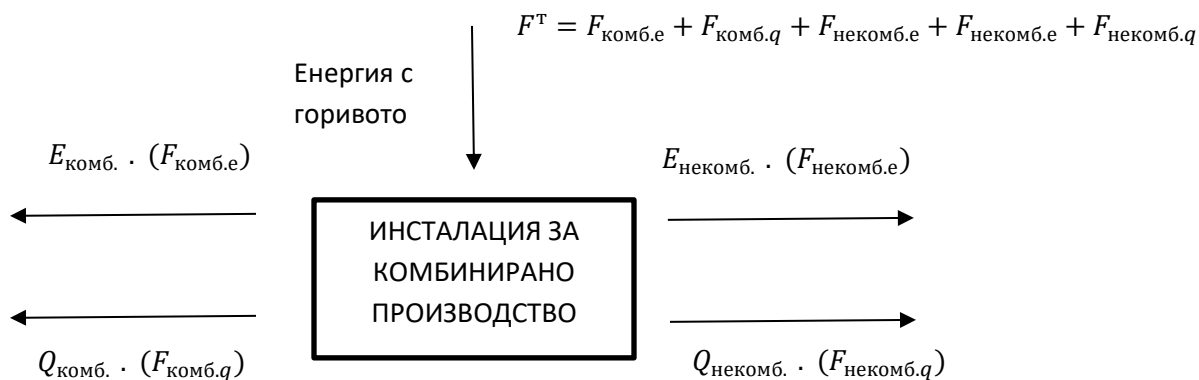
$$\eta_{\text{комб.е}} = \frac{E_{\text{комб.}}}{F_{\text{комб.е}} + F_{\text{комб.г}}}$$

17. Енергийна ефективност на комбинирано производство на полезна топлинна енергия -  $\eta_{\text{комб.г}}$  се определя като отношение на брутното производство на комбинирана полезна топлинна енергия към общото еквивалентно количество енергия на използваното гориво или ВЕИ от инсталацията за производството на комбинирана електрическа енергия и комбинирана полезна топлинна енергия.

$$\eta_{\text{комб.г}} = \frac{Q_{\text{комб.}}}{F_{\text{комб.е}} + F_{\text{комб.г}}}$$

### **III. ОПИСАНИЕ НА КОМБИНИРАНИТЕ И НЕКОМБИНИРАНИТЕ ПРОЦЕСИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ТОПЛИННА И ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ**

1. Инсталациите за комбинирано производство произвеждат електрическа и полезна топлинна енергия при трансформиране енергията на вложеното гориво или ВЕИ, като постигат висока обща енергийна ефективност. В зависимост от режимите на експлоатация на тези инсталации не цялото количество електрическа и полезна топлинна енергия се произвежда по комбиниран начин.



- $Q^T = Q_{\text{комб.}} + Q_{\text{некомб.}}$
- $Q_{\text{комб.}} = Q^T - Q_{\text{некомб.}}$
- $Q_{\text{некомб.}} = Q^T - Q_{\text{комб.}}$
- $E^{\text{бр.}} = E_{\text{комб.}} + E_{\text{некомб.}}$
- $E_{\text{комб.}} = E^{\text{бр.}} - E_{\text{некомб.}}$
- $E_{\text{некомб.}} = E^{\text{бр.}} - E_{\text{комб.}}$
- $F^T = F_{\text{комб.е}} + F_{\text{комб.q}} + F_{\text{некомб.е}} + F_{\text{некомб.q}}$
- $F_{\text{комб.}} = F_{\text{комб.е}} + F_{\text{комб.q}}$
- $F_{\text{некомб.}} = F_{\text{некомб.е}} + F_{\text{некомб.q}}$
- $\eta_{\text{общо}} = \frac{E^{\text{бр.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.q}}} = \frac{E_{\text{комб.}} + E_{\text{некомб.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.q}}}$
- $\eta_{\text{комб.}} = \frac{E_{\text{комб.}} + Q_{\text{комб.}}}{F_{\text{комб.}}} = \frac{E^{\text{бр.}} - E_{\text{некомб.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.е}} - F_{\text{некомб.q}}}$
- $\eta_{\text{комб.е}} = \frac{E_{\text{комб.}}}{F_{\text{комб.е}} + F_{\text{комб.q}}} = \frac{E_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.е}} - F_{\text{некомб.q}}}$
- $\eta_{\text{комб.q}} = \frac{Q_{\text{комб.}}}{F_{\text{комб.е}} + F_{\text{комб.q}}} = \frac{Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.е}} - F_{\text{некомб.q}}}$
- $\sigma_{\text{комб.}} = \frac{E_{\text{комб.}}}{Q_{\text{комб.}}} = \frac{E^{\text{бр.}} - E_{\text{некомб.}}}{Q^T - Q_{\text{некомб.}}}$
- $\beta = \frac{\Delta E^{\text{бр.}}}{\Delta Q}$

2. Некомбинирано (разделно) производство на полезна топлинна енергия има в случаи на:

- разделно производство на полезна топлинна енергия от парни и водогрейни котли;
- отнемане на пара от енергийни котли, преди да се преработи в парни турбини за комбинирано производство;

- изгаряне на допълнително гориво пред котли - утилизатори за допълнително производство на пара, без следващо използване на тази пара в парни турбини за комбинирано производство.

3. Некомбинирано производство на електрическа енергия има в случаи на:

- технологии с горивни клетки, газови турбини и двигатели с вътрешно горене, след които не се използват котли - утилизатори за производство на полезна топлинна енергия;

- използване на кондензационна парна турбина без регулируеми паротбори след котел - утилизатор при комбиниран парогазов цикъл;

- производство на електрическа енергия от кондензационната част на кондензационна турбина с регулируеми паротбори над технологичния минимум.

4. Коефициентът на електрически загуби (недопроизводство -  $\beta$ ) за турбини с регулируеми паротбори се определя чрез актуални режимни изпитания или по следния изчислителен път:

4.1. Определят се електрически недопроизводства  $\Delta E_i^{\text{бр.}}$  в резултат на  $i$ -тото регулируемо паротнемане - за 1 тон пара/час:

$$\Delta E_i^{\text{бр.}} = (i_i - i_k) \cdot \eta_M \cdot \eta_G, \text{ kW, където:}$$

- $i_i$  - енталпията на парата на изхода от  $i$ -тото регулируемо паротнемане в kWh/t;
- $i_k$  - енталпията на парата на изхода от турбината в kWh/t;
- $\eta_M$  и  $\eta_G$  - коефициентите на ефективност, отчитащи механичните загуби и загубите в генератора (използват се данни на производителя или справочни данни).

4.2. Определя се увеличеното производство на топлинна енергия  $\Delta Q_i$  за 1 тон пара/час в kW в паротнеманията:

$$\Delta Q_i = (i_i - i_{\text{вр.}}), \text{ kW, където:}$$

- $i_{\text{вр.}}$  - енталпия на върнатия кондензат в kWh/t.

4.3. Определя се коефициентът на електрическите загуби  $\beta_i$ , като отношение на намаленото производство на брутната специфична електрическа енергия  $\Delta E_i^{\text{бр.}}$ , дължащо се на съотношението  $i$ -тото паротнемане в kW към увеличеното производство на топлинна енергия  $\Delta Q_i$  за 1 тон пара/час в kW:

$$\beta_i = \frac{\Delta E_i^{\text{бр.}}}{\Delta Q_i}$$

4.4. Средно претеглената стойност от всяко паротнемане на коефициента на електрически загуби (недопроизводство -  $\beta$ ) се определя по зависимостта:

$$\beta_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$



За всяка инсталация за отчетния период се измерват или определят:

- Общата енергия на горивото -  $F^T$
- Общата електрическа енергия -  $E^{бр.}$
- Общата полезна топлинна енергия -  $Q^T$

Извършва се проверка за произведена некомбинирана полезна топлинна енергия

НЕ

ДА

$$Q_{\text{некомб.}} = 0$$

$$F_{\text{некомб.}} = 0$$

Измерва се или се определят:

$$Q_{\text{некомб.}}$$

$$F_{\text{некомб.}}$$

Определя се общата енергийна ефективност на инсталацията за определен период, съгласно чл.4, ал.2

$$\eta_{\text{общо}} = \frac{E^{бр.} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}} = \frac{E^{бр.} + Q_{\text{комб.}}}{\sum_{i=1}^n B_i \cdot Q_{д.ср.i}^p} \cdot 100$$

Получената стойност за общата енергийна ефективност на инсталацията за определен период се сравнява със стойностите по чл. 4, ал. 1, т. 1 или т. 2 в зависимост от вида на инсталацията.

НЕ

$$E_{\text{комб.}} = E^{бр.}$$

$$Q_{\text{комб.}} = Q^T - Q_{\text{некомб.}}$$

$$F_{\text{комб.}} = F^T - F_{\text{некомб.}q}$$

Извършва се проверка на инсталацията в зависимост от това, дали производството на електрическа енергия намалява при увеличение на производството на топлинна енергия при постоянно натоварване по гориво.

Определя се показателят за недопроизводство -  $\beta$  за паротурбина

ДА

НЕ

ДА

$$\eta_{\text{некомб.е}} = \frac{E^{бр.} + \beta \cdot Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}}$$

$$\sigma_{\text{реж.}} = \frac{\eta_{\text{некомб.е}} - \beta \cdot \eta_{\text{комб.}}}{\eta_{\text{комб.}} - \eta_{\text{некомб.е}}}$$

$$E_{\text{комб.}} = Q_{\text{комб.}} \cdot \sigma_{\text{реж.}}$$

$$F_{\text{комб.}} = \frac{E_{\text{комб.}} + Q_{\text{комб.}}}{\eta_{\text{комб.}}}$$

Стойностите на  $\eta_{\text{комб.}}$  се взимат от чл. 4, ал.1, т.1 или т.2 в зависимост от вида на инсталацията.

$$\eta_{\text{некомб.е}} = \frac{E^{бр.}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}}$$

$$\sigma_{\text{реж.}} = \frac{\eta_{\text{некомб.е}}}{\eta_{\text{комб.}} - \eta_{\text{некомб.е}}}$$

$$E_{\text{комб.}} = Q_{\text{комб.}} \cdot \sigma_{\text{реж.}}$$

$$F_{\text{комб.}} = \frac{E_{\text{комб.}} + Q_{\text{комб.}}}{\eta_{\text{комб.}}}$$

Стойностите на  $\eta_{\text{комб.}}$  се взимат от чл. 4, ал.1, т.1 или т.2 в зависимост от вида на инсталацията.

## V. "ХАРАКТЕРНИ ПРИМЕРИ ЗА КОМБИНИРАНИ ИНСТАЛАЦИИ"

### 1. Инсталация за комбинирано производство с кондензационна турбина с два регулируеми паротбора и отнемане на свежа пара за производство на полезна топлинна енергия - Схема №1.

#### Стъпка №1

Определят се енергийните потоци на входа и изхода на инсталацията:

- Определя се общата енергия на горивото за определен период:

$$F^T = F_{\text{комб.}} + F_{\text{некомб.е}} + F_{\text{некомб.г}} = 911,111 \text{ MWh}$$

- Определя се произведената брутна електрическа енергия от инсталацията за определен период:

$$E^{\text{бр.}} = E_{\text{комб.}} + E_{\text{некомб.}} = 200,000 \text{ MWh}$$

- Определя се цялото брутно количество полезна топлинна енергия, произведена от инсталацията за определен период:

$$Q_{\text{комб.}} = Q_2 + Q_3$$

$$Q_{\text{некомб.}} = Q_1$$

$$Q^T = Q_{\text{комб.}} + Q_{\text{некомб.}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 100,000 + 50,000 + 100,000 = 250,000 \text{ MWh}$$

#### Стъпка №2

Определя се количеството произведена некомбинирана полезна топлинна енергия и енергията на използваното гориво за нейното производство:

- Съгласно топлинната схема некомбинираната полезна топлинна енергия е:

$$Q_{\text{некомб.}} = Q_1 = 100,000 \text{ MWh}$$

- Определя се енергията на горивото за производство на некомбинирана полезна топлинна енергия при брутен КПД на енергийния котел (котли), определен по прави обратен баланс, равен на 90%:

$$F_{\text{некомб.г}} = \frac{Q_1}{\eta_{\text{некомб.г}}} = \frac{100}{0,9} = 111,111 \text{ MWh}$$

#### Стъпка №3

Определя се общата енергийна ефективност на използване на горивото за определен период:

- Определя се комбинираната полезна топлинна енергия:

$$Q_{\text{комб.}} = Q^T - Q_{\text{некомб.}} = Q^T - Q_1 = 150,000 \text{ MWh}$$

- Определя се енергията на горивото за производство на комбинирана електрическа енергия, комбинирана полезна топлинна енергия и некомбинирана електрическа енергия:

$$F_{\text{комб.}} + F_{\text{некомб.е}} = F^T - F_{\text{некомб.г}} = 911,111 - 111,111 = 800,000 \text{ MWh}$$

$$\eta_{\text{общо}} = \frac{E^{\text{бр.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.г}}} = \frac{200,000 + 150,000}{800,000} = 0,438 \text{ или общо } \eta_{\text{общо}} = 43,80\%$$

- Общата енергийна ефективност на използване на горивото се определя по формулата:
- Отчетената обща енергийна ефективност на използване на горивото е по-ниска от стойностите в чл. 4, ал. 1. Това налага да се премине към следващата стъпка.

**Стъпка №4**

Определя се комбинираната електрическа енергия:

1. Определя се енергийната ефективност на некомбинираното производство на електрическа енергия и съответната енергия на горивото за некомбинирано производство.

- Коэффициентите на електрическите загуби трябва да се определят от действителни измервания или по изчислителен път;
- Определя се осреднена стойност на коефициента на електрическите загуби (недопроизводство) -  $\beta_{\text{ср.}}$ :

$$\beta_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i};$$

- Определя се енергийната ефективност на некомбинираното производство на електрическа енергия:

$$\eta_{\text{некомб.е}} = \frac{E^{\text{бр.}} + \beta_{\text{ср.}} \cdot \sum Q_{\text{комб.и}}}{F_{\text{комб.}} - F_{\text{некомб.е}}} = \frac{200 + 0,233 \cdot 150}{800} = 0,294$$

$$\eta_{\text{некомб.е}} = 29,40\%$$

2. Определя се режимния фактор  $\sigma_{\text{реж.}}$ :

$$\sigma_{\text{реж.}} = \frac{\eta_{\text{некомб.е}} - \beta_{\text{ср.}} \cdot \eta_{\text{комб.}}}{\eta_{\text{комб.}} - \eta_{\text{некомб.е}}} = \frac{29,4 - 0,233 \cdot 80}{80 - 29,4} = 0,212$$

Стойностите на  $\eta_{\text{комб.}}$  се взимат от чл. 4, ал. 1, т. 2.

3. Определя се комбинираната електрическа енергия:

$$E_{\text{комб.}} = \sigma_{\text{реж.}} \cdot Q_{\text{комб}} = 0,212 \cdot 150 = 31,728 \text{ MWh}$$

- Определя се некомбинираната електрическа енергия:  
 $E_{\text{некомб.}} = E^{\text{бр.}} - E_{\text{комб.}} = 200,000 - 31,728 = 168,272 \text{ MWh}$
- Определя се енергията на горивото за некомбинирано производство на електрическа енергия:

$$F_{\text{некомб.е}} = \frac{E_{\text{некомб.}}}{\eta_{\text{некомб.е}}} = \frac{168,272}{0,294} = 572,35 \text{ MWh}$$

- Определя се енергията на горивото за комбинирано производство на електрическа енергия:

$$F_{\text{комб.}} = F^T - F_{\text{некомб.е}} - F_{\text{некомб.г}} = 911,111 - 572,840 - 111,111 = 227,160 \text{ MWh}$$

- Обобщени резултати:

	Обща енергия	Комбинирана енергия	Некомбинирана енергия	
			топлинна	електрическа
Q	250,000	150,000	100,000	-
E	200,000	31,728	-	168,272
F	911,111	227,160	111,111	572,840

## 2. Инсталация за комбинирано производство с парна турбина с противоналягане – Схема №2.

Разгледани са два варианта при различен КПД на котела/котлите и съответно различна стойност на общата (сумарната) енергия на използване на горивото:

- I-ви вариант  $F^T = 400,000$  MWh;
- II-ри вариант  $F^T = 525,000$  MWh (този вариант е възможен при по-ниска ефективност на енергийния котел/котли -  $\eta_{бр.}^k \approx 64\%$ ).

Първите две стъпки са еднакви за двата варианта.

### Стъпка №1

Определят се енергийните потоци на входа и изхода на инсталацията.

### Стъпка №2

Определя се количеството произведена некомбинирана полезна топлинна енергия и енергията на използваното гориво за нейното производство:

$$Q_{\text{некомб.}} = 0$$

$$F_{\text{некомб.}q} = 0$$

### Стъпка №3 - I-ви вариант

Определя се общата енергийна ефективност на използване на горивото.

- Определя се комбинираната полезна топлинна енергия:

$$Q_{\text{комб.}} = Q^T - Q_{\text{некомб.}} = 238,000 - 0 = 238,000 \text{ MWh}$$

- Общата енергийна ефективност на използване на горивото се определя по формулата:

$$\eta_{\text{общо}} = \frac{E^{\text{бр.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}} = \frac{102,000 + 238,000}{400,000 - 0} = 0,85 \text{ или } \eta_{\text{общо}} = 85\%$$

- Отчетената обща енергийна ефективност на използване на горивото е 85% и съгласно чл. 4, ал. 1, т. 1, цялото количество електрическа енергия, произведено от инсталацията се приема за произведено по комбиниран начин, т.е.

$$E_{\text{комб.}} = E^{\text{бр.}} = 102,000 \text{ MWh}$$

### Стъпка №3 - II-ри вариант

Определя се общата енергийна ефективност на използване на горивото.

- Определя се комбинираната полезна топлинна енергия:

$$Q_{\text{комб.}} = Q^T - Q_{\text{некомб.}} = 238,000 - 0 = 238,000 \text{ MWh}$$

- Общата енергийна ефективност на използване на горивото се определя по формулата:

$$\eta_{\text{общо}} = \frac{E^{\text{бр.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}} = \frac{102,000 + 238,000}{525,000 - 0} = 0,6476 \text{ или } \eta_{\text{общо}} = 64,76\%$$

- Отчетената обща енергийна ефективност на използване на горивото е по-ниска от стойността в чл. 4, ал. 1, т. 1. Това налага да се премине към следващата стъпка.

### Стъпка №4

Определяне на комбинираната електрическа енергия:

- Определя се енергийната ефективност на некомбинираното производство на електрическа енергия:

$$\eta_{\text{некомб.е}} = \frac{E^{\text{бр.}}}{F^{\text{T}} - F_{\text{некомб.е}}} = \frac{102,000}{525,000 - 0} = 0,1942 \quad \text{или} \quad \eta_{\text{некомб.е}} = 19,42\%$$

- Определя се режимния фактор  $\sigma_{\text{реж.}}$  :

$$\sigma_{\text{реж.}} = \frac{\eta_{\text{некомб.е}}}{\eta_{\text{комб.}} - \eta_{\text{некомб.е}}} = \frac{19,42}{75,00 - 19,42} = 0,3494$$

Стойностите на  $\eta_{\text{комб.}}$  се взимат от чл. 4, ал. 1, т. 1.

- Определя се комбинираната електрическа енергия:

$$E_{\text{комб.}} = \sigma_{\text{реж.}} \cdot Q_{\text{комб.}} = 0,3494 \cdot 238 = 83,157 \text{ MWh}$$

- Определя се некомбинираната електрическа енергия:

$$E_{\text{некомб.}} = E^{\text{бр.}} - E_{\text{комб.}} = 102,000 - 83,157 = 18,843 \text{ MWh}$$

- Определя се енергията на горивото за некомбинирано производство на електрическа енергия:

$$F_{\text{некомб.е}} = \frac{E_{\text{некомб.}}}{\eta_{\text{некомб.е}}} = \frac{18,843}{0,1942} = 97,029 \text{ MWh}$$

- Определя се енергията на горивото за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия:

$$F_{\text{комб.}} = F^{\text{T}} - F_{\text{некомб.е}} - F_{\text{некомб.г}} = 525,000 - 97,029 - 0 = 427,971 \text{ MWh}$$

- Обобщени резултати:

	Обща енергия	Комбинирана енергия	Некомбинирана енергия	
			топлинна	електрическа
Q	238,000	238,000	0	-
E	102,000	83,157	-	18,843
F	525,111	427,971	0	97,029

### 3. Инсталация за комбинирано производство с газова турбина (двигател с вътрешно горене) с котел - утилизатор, допълнително изгаряне на гориво и байпасен газов канал – Схема №3.

#### Стъпка №1

Определят се енергийните потоци на входа и изхода на инсталацията.

#### Стъпка №2

Определя се количеството произведена некомбинирана полезна топлинна енергия и енергията на използваното гориво за нейното производство:

- Определя се енергията на горивото за производство на некомбинирана полезна топлинна енергия

$$F_{\text{некомб.г}} = F_2 = 1,150 \text{ MWh}$$

- Определя се енергийната ефективност на некомбинираното производство на полезна топлинна енергия:

$$\eta_{\text{некомб.г}} \approx \eta_{\text{кот.ут.}} = 90\%$$

- Определя се некомбинираната полезна топлинна енергия:

$$Q_{\text{некомб.}} = F_2 \cdot \eta_{\text{некомб.г}} = 1,150 \cdot 0,90 = 1,035 \text{ MWh}$$

**Стъпка №3**

Определя се общата енергийна ефективност на използване на горивото.

- Определя се комбинираната полезна топлинна енергия:

$$Q_{\text{комб.}} = Q^T - Q_{\text{некомб.}} = 20,352 - 1,035 = 19,317 \text{ MWh}$$

- Общата енергийна ефективност на използване на горивото се определя по формулата:

$$\eta_{\text{общо}} = \frac{E^{\text{бр.}} + Q_{\text{комб.}}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}} = \frac{E^{\text{бр.}} + Q_{\text{комб.}}}{(F_1 + F_2) - F_{\text{некомб.}q}} = \frac{19,000 + 19,317}{64,483 - 1,15} = 0,605 \text{ или } \eta_{\text{общо}} = 60,5\%$$

- Отчетената обща енергийна ефективност на използване на горивото е по-ниска от стойността в чл. 4, ал. 1. Това налага да се премине към следващата стъпка.

**Стъпка №4**

Определяне на комбинираната електрическа енергия:

1. Определя се енергийната ефективност на некомбинираното производство на електрическа енергия и съответната енергия на горивото на некомбинираното производство:

- Определя се коефициентът на електрическите загуби (недопроизводство)  $\beta = 0$  – в системата няма пароотборна машина.

- Определя се енергийната ефективност на некомбинираното производство на електрическа енергия

$$\eta_{\text{некомб.е}} = \frac{E^{\text{бр.}}}{F^T - F_{\text{некомб.}q}} = \frac{19,000}{64,483 - 1,150} = 0,30$$

2. Определя се режимния фактор  $\sigma_{\text{реж.}}$ :

$$\sigma_{\text{реж.}} = \frac{\eta_{\text{некомб.е}}}{\eta_{\text{комб.}} - \eta_{\text{некомб.е}}} = \frac{30,00}{80,00 - 30,00} = 0,60$$

Стойностите на  $\eta_{\text{комб.}}$  се взимат от чл. 4, ал. 1.

3. Определя се комбинираната електрическа енергия.

$$E_{\text{комб.}} = \sigma_{\text{реж.}} \cdot Q_{\text{комб.}} = 0,60 \cdot 19,317 = 11,590 \text{ MWh}$$

4. Определя се некомбинираната електрическа енергия:

$$E_{\text{некомб.}} = E^{\text{бр.}} - E_{\text{комб.}} = 19,000 - 11,590 = 7,410 \text{ MWh}$$

5. Определя се енергията на горивото за некомбинирано производство на електрическа енергия:

$$F_{\text{некомб.е}} = \frac{E_{\text{некомб.}}}{\eta_{\text{некомб.е}}} = \frac{7,410}{0,30} = 24,700 \text{ MWh}$$

6. Определя се енергията на горивото за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия:

$$F_{\text{комб.}} = F^T - F_{\text{некомб.е}} - F_{\text{некомб.}q} = 64,483 - 24,700 - 1,150 = 38,633 \text{ MWh}$$

7. Обобщени резултати:

	Обща енергия	Комбинирана енергия	Некомбинирана енергия	
			топлинна	електрическа
Q	20,352	19,317	1,035	-
E	19,000	11,590	-	7,410
F	64,483	38,633	1,15	24,700

Схема 1

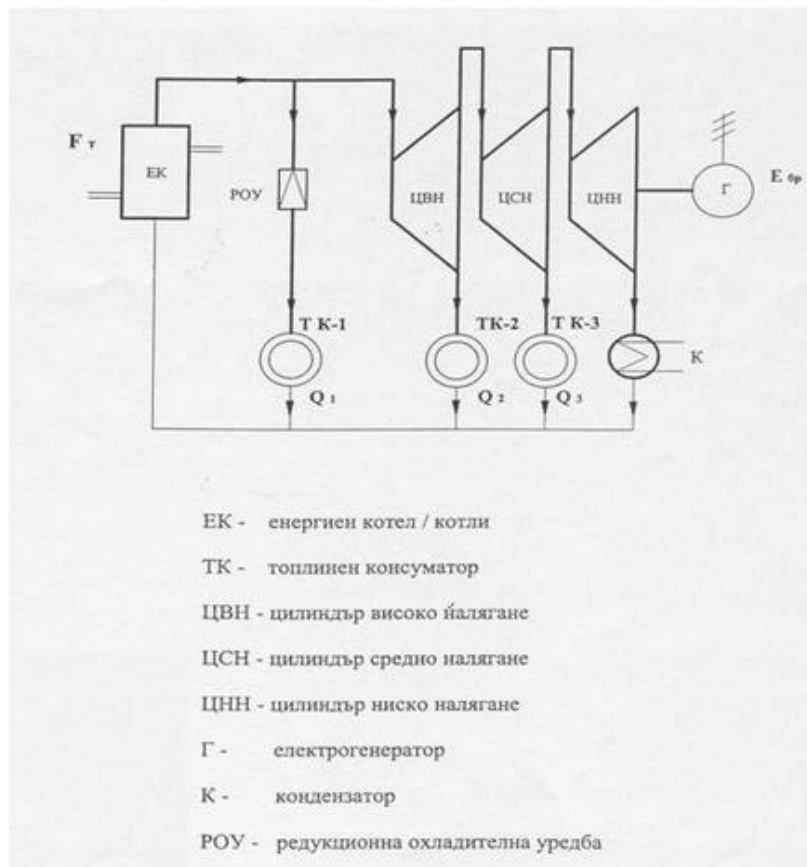


Схема 2

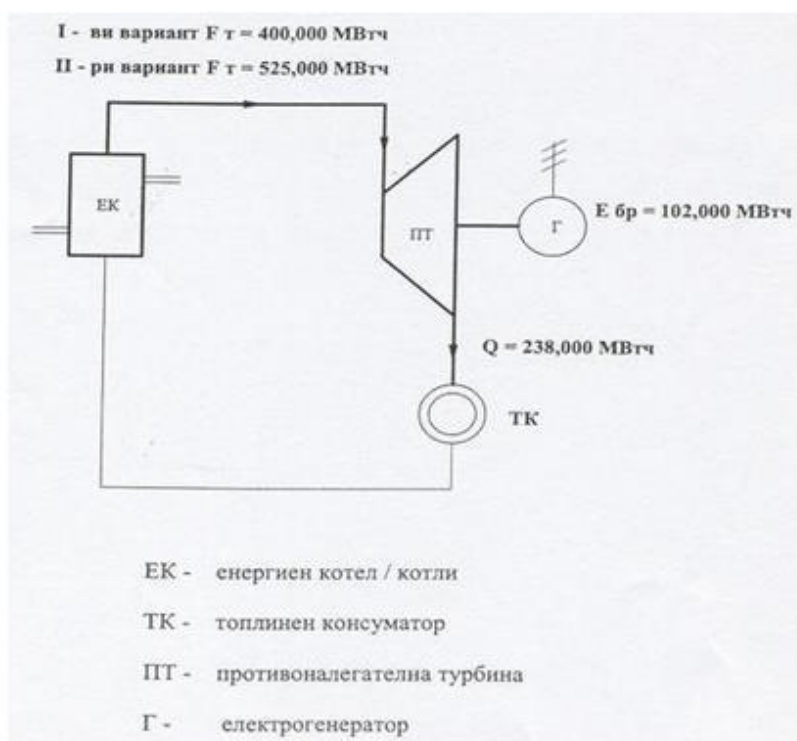


Схема 3

