



# αδμηε

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΣ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

# Υπολογισμός Μεταβλητού Κόστους Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής

Έκδοση 2.0  
Οκτώβριος 2020

**Πίνακας περιεχομένων**

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Ορισμοί</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Καμπύλη Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας Θερμικών Μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) και Μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)</b> .....	<b>9</b>
5.1.1	Υπολογισμός ενέργειας <b>FCE</b> .....	10
5.1.2	Υπολογισμός <b>FE</b> και <b>FH</b> .....	10
5.1.3	Υπολογισμός εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας και του αντίστοιχου ποσοστού .....	11
5.1.4	Υπολογισμός <b>FCE</b> και <b>FCH</b> .....	12
5.1.5	Τύπος υπολογισμού Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενων Μονάδων ΣΗΘ .....	13
5.1.6	Διαδικασία μετρήσεων και εφαρμογής υπολογισμών Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενων Μονάδων ΣΗΘ .....	13
<b>6</b>	<b>Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου Κατανεμόμενων θερμικών Μονάδων Παραγωγής</b> .....	<b>16</b>
6.1	Κόστος καυσίμου .....	16
6.1.1	Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου.....	17
6.1.2	Ποσοστιαία σύνθεση μίγματος καυσίμων .....	17
6.1.2.1.1	Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου Κατανεμόμενων θερμικών Μονάδων Παραγωγής .....	18
6.2	Μέσα Ειδικά Κόστη Κατανεμόμενων θερμικών Μονάδων Παραγωγής.....	18
6.3	Μεταβλητό Κόστος Κατανεμόμενων θερμικών Μονάδων Παραγωγής .....	20
6.3.1	Μεταβλητό Κόστος θερμικής Μονάδας στο μετρητή.....	20
6.3.2	Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας θερμικής Μονάδας.....	20
6.3.3	Κόστος Χωρίς Φορτίο .....	21
6.3.4	Κόστος Ελαχίστου Φορτίου .....	21
6.4	Διαφορικό Κόστος θερμικής Μονάδας .....	22
6.5	Παράδειγμα υπολογισμού κόστους θερμικής Μονάδας Παραγωγής.....	23
6.5.1	Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά και Τεχνικοοικονομικά Στοιχεία Μονάδας .....	23
6.5.2	Υπολογιζόμενα μεγέθη από Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά και Τεχνικοοικονομικά Στοιχεία.....	24

## 1 Εισαγωγή

Σκοπός της μεθοδολογίας είναι να ορίσει τα κόστη λειτουργίας των Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής, τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό αυτών, καθώς και τη σχετική μεθοδολογία υπολογισμού. Τα κόστη αυτά είναι:

- α. Το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου (Fuel Variable Cost)
- β. Το Μεταβλητό Κόστος Μονάδας στο μετρητή (Unit Variable Cost at meter point)
- γ. Το Ελάχιστο Μεταβλητό Κόστος Μονάδας (Unit Minimum Variable Cost)
- δ. Το Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας (Unit Hourly Cost)
- ε. Το Κόστος Χωρίς Φορτίο (Unit No-Load Cost)
- στ. Το Κόστος Ελαχίστου Φορτίου (Unit Minimum Load Cost)
- ζ. Το Διαφορικό Κόστος Μονάδας (Unit Incremental Cost)

Με τον όρο «παραγωγή» θεωρείται η καθαρή παραγωγή, αφού έχουν ληφθεί υπόψη η εσωτερική υπηρεσία και τα βοηθητικά φορτία της Μονάδας Παραγωγής (σε MWh), κατ' αντιστοιχία της Συνεχούς Παραγόμενης Ισχύος (καθαρής) στο Άρθρο 262, παρ. 5 του ΚΔΣ. Για να υπολογιστούν τα παραπάνω κόστη λαμβάνονται υπόψη τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στη Δήλωση Τεχνοοικονομικών Στοιχείων του Κανονισμού Αγοράς Εξισορρόπησης (ΚΑΕ), καθώς και τα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά των Μονάδων Παραγωγής, σύμφωνα με το Άρθρο 262, παρ. 5 του ΚΔΣ.

Ο Παραγωγός φέρει ακέραια την ευθύνη για την ακρίβεια των τιμών των στοιχείων που δηλώνει τόσο στην αντίστοιχη Δήλωση Τεχνοοικονομικών Στοιχείων του ΚΑΕ όσο και αυτών που δηλώνει στα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά της Μονάδας του κατά το Άρθρο 295, παρ. 5 του ΚΔΣ. Για τον υπολογισμό των τιμών των παραπάνω στοιχείων ο Παραγωγός λαμβάνει υπόψη τις λεπτομέρειες εφαρμογής, όπως αυτές αναλύονται στην παρούσα μεθοδολογία. Ο ΑΔΜΗΕ δε φέρει καμία ευθύνη για τη χρήση, σύμφωνα με τους Κανονισμούς, τους Κώδικες και την παρούσα μεθοδολογία, των στοιχείων αυτών, όπως αυτά δηλώθηκαν από τον Παραγωγό. Τα στοιχεία αυτά είναι δυνατόν να ελέγχονται από τη ΡΑΕ. Στην περίπτωση αυτή, ο Παραγωγός διαθέτει τα κατάλληλα παραστατικά στη ΡΑΕ.

## 2 Ορισμοί

Παρακάτω παρατίθενται οι ορισμοί των μεγεθών που αναφέρονται στην παρούσα μεθοδολογία.

**Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη:** Η Θερμογόνος Δύναμη η οποία προσδιορίζεται επαναφέροντας όλα τα προϊόντα της καύσης στην αρχική τους προ-καύσης θερμοκρασία και συγκεκριμένα συμπυκνώνοντας τους υδρατμούς που παράγονται κατά την καύση.

**Διαφορικό Κόστος Μονάδας ( $IC_u(P_u)$ ):** Σε δεδομένο επίπεδο καθαρής παραγωγής ( $P_u$ ) μίας Μονάδας Παραγωγής  $u$ , είναι η πρώτη παράγωγος του Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας στο συγκεκριμένο επίπεδο παραγωγής της Μονάδας Παραγωγής  $u$ .

**Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας ( $E_H$ ):** Η απαιτούμενη ποσότητα θερμικής ενέργειας (GJ) ώστε να παραχθεί μία (1) ηλεκτρική MWh (σε GJ/MWh), για κάθε επίπεδο παραγωγής της Μονάδας Παραγωγής.

**Ελάχιστο Μεταβλητό Κόστος Μονάδας (Minimum Variable Cost, MVC) ( $G_u^{min}$ ):** Η μικρότερη από τις τιμές του Μεταβλητού Κόστους Μονάδας στο μετρητή που προκύπτουν από την καμπύλη Μεταβλητού Κόστους.

**Θερμογόνος Δύναμη:** Η θερμότητα που παράγεται κατά την πλήρη καύση ενός Kgr του καυσίμου (KJ/Kgr ή Kcal/Kgr).

**Καθαρή Ισχύς ( $P_u$ ):** Η αποδιδόμενη ισχύς σε συνθήκες ISO, αφού έχουν ληφθεί υπόψη η εσωτερική υπηρεσία και τα βοηθητικά φορτία.

**Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη:** Η Θερμογόνος Δύναμη η οποία προσδιορίζεται αφαιρώντας από την Ανώτερη Θερμογόνο Δύναμη την ενέργεια της ατμοποίησης του νερού που παράγεται στην καύση.

**Κόστος Ελαχίστου Φορτίου ( $MLC_u$ ):** Το Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας στην Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή μιας Μονάδας Παραγωγής  $u$  και εκφράζεται σε €/h.

**Κόστος Χωρίς Φορτίο ( $NLC_u$ ):** Το υποθετικό Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας σε μηδενική ισχύ εξόδου μιας Μονάδας Παραγωγής  $u$  και εκφράζεται σε €/h.

**Μέγιστη Καθαρή Ισχύς ( $P_u^{max}$ ):** Η μέγιστη ισχύς την οποία η Μονάδα Παραγωγής μπορεί να διατηρήσει για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα, εφόσον λειτουργεί υπό συνθήκες ISO, δεν υπάρχουν περιορισμοί εξοπλισμού ή τεχνικοί περιορισμοί ή περιορισμοί που προέρχονται από το θεσμικό ή οικονομικό πλαίσιο που διέπει τη λειτουργία της Μονάδας Παραγωγής και έχουν ληφθεί υπόψη η εσωτερική υπηρεσία και οποιοδήποτε βοηθητικό φορτίο.

**Μέσα Ειδικά Κόστη Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής:** Το Μέσο Ειδικό Κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου, το Μέσο Ειδικό Κόστος πρόσθετων δαπανών συντήρησης λόγω λειτουργίας εκτός δαπανών συντήρησης πάγιου χαρακτήρα και το Μέσο Ειδικό Κόστος Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

**Μέσο Ειδικό Κόστος Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ( $G_{CO_2u}$ ):** Το μέσο κόστος κάλυψης του ελλείμματος δικαιωμάτων εκπομπών κάθε Μονάδας Παραγωγής και εκφράζεται σε €/MWh.

**Μέσο Ειδικό Κόστος πρόσθετων δαπανών συντήρησης λόγω λειτουργίας εκτός δαπανών συντήρησης πάγιου χαρακτήρα ( $G_{Mu}$ ):** Ο μέσος όρος του κόστους πρόσθετων δαπανών συντήρησης λόγω λειτουργίας για τα δέκα επίπεδα ισχύος της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας, η οποία δηλώνεται από τον Παραγωγό σύμφωνα με την παρ. 5, του Άρθρου 262 του ΚΔΣ και εκφράζεται σε €/MWh.

**Μέσο Ειδικό Κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου ( $G_{Ru}$ ):** Ο μέσος όρος του κόστους των πρώτων υλών εκτός καυσίμου για τα δέκα επίπεδα καθαρής παραγωγής της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας, η οποία δηλώνεται από τον Παραγωγό σύμφωνα με την παρ. 5 του Άρθρου 262 του ΚΔΣ και εκφράζεται σε €/MWh.

**Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου ( $G_{Fu}$ ):** Το κόστος που προκύπτει από την Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας πολλαπλασιασμένη με έναν σταθερό συντελεστή μετατροπής θερμότητας σε κόστος, σύμφωνα με την υποενότητα 6.1.3 και εκφράζεται σε €/MWh.

**Μεταβλητό Κόστος Μονάδας στο μετρητή ( $G_u(P_u)$ ):** Το κόστος στο μετρητή της Μονάδας Παραγωγής, το οποίο υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση (22) στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής στα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας και εκφράζεται σε €/MWh.

**Μονάδα Παραγωγής/Μονάδα:** Συμβατική Κατανεμόμενη Μονάδα Παραγωγής με εγκατεστημένη ισχύ άνω των 5 MW, η οποία προσφέρει Υπηρεσίες Εξισορρόπησης στον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει επίσης τις Κατανεμόμενες Μονάδες Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) άνω των 35 MWe. Μία Μονάδα Παραγωγής εκπροσωπείται από έναν Παραγωγό.

**Παραγωγός:** Ο κάτοχος Άδειας Παραγωγής ή σχετικής εξαιρέσης από την υποχρέωση λήψης Άδειας Παραγωγής.

**Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή ( $P_u^{\min}$ ):** Η ελάχιστη ισχύς την οποία η Μονάδα Παραγωγής  $u$  μπορεί να διατηρήσει για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα, εφόσον λειτουργεί υπό συνθήκες ISO, δεν υπάρχουν περιορισμοί εξοπλισμού ή τεχνικοί περιορισμοί ή περιορισμοί που προέρχονται από το θεσμικό ή οικονομικό πλαίσιο που διέπει τη λειτουργία της Μονάδας Παραγωγής και έχουν ληφθεί υπόψη η εσωτερική υπηρεσία και οποιοδήποτε βοηθητικό φορτίο.

**Οριαίο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας ( $HC_u(P_u)$ ):** Το κόστος, το οποίο υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση (24) στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής για τα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας και εκφράζεται σε €/h.

### 3 Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας

Η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας,  $E_H$ , εκφράζεται από την σχέση:

$$E_H = \frac{F_c}{E_{net}} \cdot 3,6 \quad (1)$$

όπου:

$F_c$  η ενέργεια καυσίμου, που καταναλώνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε GJ

$E_{net}$  η καθαρή παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, η οποία προκύπτει μετά την αφαίρεση της ενέργειας της εσωτερικής υπηρεσίας και των βοηθητικών φορτίων της Μονάδας Παραγωγής σε MWh

## 4 Καμπύλη Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας

Για τον προσδιορισμό της καμπύλης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας συμβατικής θερμικής Μονάδας Παραγωγής ή διάταξης λειτουργίας Μονάδας Παραγωγής συνδυασμένου κύκλου πολλαπλών αξόνων,  $u$ , υποβάλλεται από τον Παραγωγό τεχνική έκθεση σχετικά με τη βηματική συνάρτηση Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας,  $E_{Hu}(P_u)$ , σε GJ/MWh. Η τεχνική έκθεση εγκρίνεται από τον ΑΔΜΗΕ σύμφωνα με τις προβλέψεις του άρθρου 262 του ΚΔΣ και της παρούσας μεθοδολογίας.

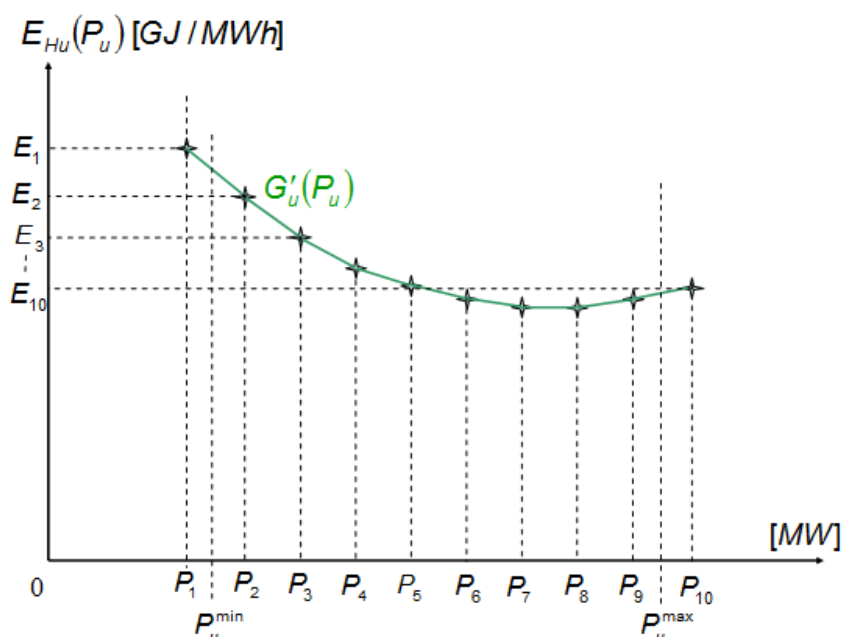
Η βηματική συνάρτηση Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας που παρουσιάζεται στον Πίν. 1, περιλαμβάνει δέκα (10) διαφορετικά επίπεδα της καθαρής παραγωγής της Μονάδας Παραγωγής μεταξύ της Καθαρής Ισχύος που αντιστοιχεί στην Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή ( $P_1$ ) και της Καθαρής Ισχύος που αντιστοιχεί στη Μέγιστη Καθαρή Ισχύ ( $P_{10}$ ) της Μονάδας Παραγωγής, περιλαμβανομένων αυτών, έτσι ώστε να προσεγγίζεται όσο το δυνατόν ακριβέστερα η πραγματική καμπύλη Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Στην περίπτωση Μονάδας συνδυασμένου κύκλου πολλαπλών αξόνων η βηματική συνάρτηση Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας υπολογίζεται για κάθε διάταξη λειτουργίας και είναι δυνατόν να περιλαμβάνει λιγότερα από δέκα (10), αλλά τουλάχιστον πέντε (5), διαφορετικά επίπεδα της καθαρής παραγωγής.

Πίν. 1: Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας

$E_{Hu}(P_u)$ [GJ/MWh]	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
$P_u$ [MW]	$P_{1 \leq P_u^{min}}$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10 \geq P_u^{max}}$

Η καμπύλη Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας προσεγγίζεται από ένα πολυώνυμο της ακόλουθης μορφής (Rational Function):

$$E_{Hu}(P_u) = \frac{a}{P_u} + \beta + \gamma P_u \quad (2)$$



Σχήμα 1: Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας Μονάδας  $u$

Οι μετρήσεις Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας που διεξάγει η Μονάδα Παραγωγής  $u$ , τα αποτελέσματα των οποίων καταγράφονται στην υποβαλλόμενη τεχνική έκθεση, πραγματοποιούνται βάσει των παρακάτω:

- i. οι μετρήσεις της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας γίνονται σε σταθερή ισχύ (MW). Για τον σκοπό αυτό η Μονάδα Παραγωγής διατηρεί την Καθαρή Ισχύ της, κατά το δυνατόν, σε σταθερό επίπεδο κατά τη διάρκεια μιας ώρας για κάθε μέτρηση. Η αριθμητική τιμή της ισχύος (MW) που καταγράφεται είναι η μέση τιμή της Καθαρής Ισχύος για την αντίστοιχη ώρα, η οποία ισούται με την αριθμητική τιμή της εγχεόμενης ενέργειας από τη Μονάδα Παραγωγής στο Σύστημα (καθαρή παραγωγή σε MWh σε συνθήκες ISO).
- ii. η πρώτη μέτρηση γίνεται σε επίπεδο Καθαρής Ισχύος (συνθήκες ISO) μικρότερο ή ίσο της Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής  $P_u^{min}$ , και όσο το δυνατόν πλησιέστερα σε αυτή, ενώ η τελευταία σε επίπεδο Καθαρής Ισχύος (συνθήκες ISO) μεγαλύτερο ή ίσο της Μέγιστης Καθαρής Ισχύος  $P_u^{max}$ , και όσο το δυνατόν πλησιέστερα σε αυτή. Τα μεγέθη  $P_u^{min}$  και  $P_u^{max}$  ορίζονται σε MW, σύμφωνα με τα στοιχεία της Μονάδας Παραγωγής που παρέχονται κατά το Άρθρο 262, παρ. 5 του ΚΔΣ.
- iii. για τις ενδιάμεσες των σημείων  $P_1$  και  $P_{10}$  μετρήσεις, λαμβάνεται μέριμνα ώστε το διάστημα μεταξύ της Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής,  $P_u^{min}$ , και της Μέγιστης Καθαρής Ισχύος  $P_u^{max}$  να διαιρείται κατά το δυνατό σε ίσα τμήματα.
- iv. οι μετρήσεις λαμβάνονται κατά το δυνατόν την ίδια χρονική περίοδο και σε παραπλήσιες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και κατάστασης λειτουργίας της Μονάδας Παραγωγής, προκειμένου να αποφεύγεται η χρήση σημαντικά διαφορετικών διορθωτικών συντελεστών για την αναγωγή των μετρηθέντων μεγεθών σε συνθήκες ISO. Το χρονικό



διάστημα λήψης των μετρήσεων καθώς και τα δεδομένα των διορθωτικών συντελεστών που χρησιμοποιήθηκαν καταγράφονται στην τεχνική έκθεση.

Για τον υπολογισμό των συντελεστών της συνάρτησης της σχέσης (2) ισχύουν τα παρακάτω:

- i. οι συντελεστές  $\alpha$ ,  $\beta$  και  $\gamma$  προκύπτουν από μία καμπύλη ελαχίστων τετραγώνων εφαρμοσμένης στα μετρούμενα σημεία της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας,  $\{E_{Hu}(P_1), E_{Hu}(P_2), \dots, E_{Hu}(P_9), E_{Hu}(P_{10})\}$ . Οι συντελεστές  $\alpha$  και  $\beta$  είναι πάντα θετικοί.
- ii. η καμπύλη της σχέσης (2) δεν επιτρέπεται να στρέφει τα κοίλα προς τα κάτω.

Η τεχνική έκθεση που υποβάλει ο Παραγωγός αναφέρει τη μεθοδολογία προσέγγισης της καμπύλης ελαχίστων τετραγώνων (π.χ. Quasi-Newton, Newton, Steepest Descent) καθώς και στοιχεία για τον προσδιορισμό του σφάλματος προσέγγισης των τιμών των αρχικών σημείων (μετρήσεων) της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας με χρήση της σχέσης (2).

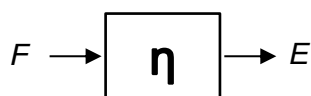
Για κάθε Μονάδα Παραγωγής ο Παραγωγός υποβάλει δέκα (10) ακριβώς ζεύγη τιμών Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας (σε GJ/MWh) και μέσης ισχύος (σε MW),  $\{E_{Hu}(P_1), E_{Hu}(P_2), \dots, E_{Hu}(P_9), E_{Hu}(P_{10})\}_{reserved}$ , εκ των οποίων το πρώτο για το επίπεδο της καθαρής Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής,  $P_u^{min}$ , και το τελευταίο για το επίπεδο της Μέγιστης Καθαρής Ισχύος,  $P_u^{max}$ , σύμφωνα με τα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά της Μονάδας Παραγωγής κατά το Άρθρο 262, παρ. 5 του ΚΔΣ. Τα δέκα (10) ανωτέρω σημεία  $\{E_{Hu}(P_1), E_{Hu}(P_2), \dots, E_{Hu}(P_9), E_{Hu}(P_{10})\}_{reserved}$  προκύπτουν εφαρμόζοντας τη σχέση (2) και αποτελούν μέρος των Καταχωρημένων Χαρακτηριστικών της Μονάδας Παραγωγής. Στην περίπτωση Μονάδας συνδυασμένου κύκλου πολλαπλών αξόνων ο Παραγωγός είναι δυνατόν να υποβάλλει λιγότερα από δέκα (10) ζεύγη τιμών Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας αλλά τουλάχιστον πέντε (5) για κάθε διάταξη λειτουργίας. Οι μετρήσεις Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας που διεξάγει η Μονάδα Παραγωγής σύμφωνα με τα ανωτέρω χρησιμοποιούνται μόνο για τον προσδιορισμό των συντελεστών της σχέσης (2) και δεν αποτελούν στοιχεία των Καταχωρημένων Χαρακτηριστικών της Μονάδας Παραγωγής.

## 5 Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας Θερμικών Μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) και Μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)

Στο κεφάλαιο αυτό χρησιμοποιούνται οι παρακάτω ορισμοί ειδικά για την Ειδική Κατανάλωση Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων ΣΗΘ, σύμφωνα και με τη σχετική «Λεπτομέρεια Εφαρμογής για τον Προσδιορισμό της Συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενων Μονάδων ΣΗΘΥΑ» όπως εγκρίθηκε από τη ΡΑΕ (ΦΕΚ Β' 502/5.3.2013):

- $E_H(P)$  Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας, για επίπεδο καθαρής παραγωγής  $P$ .
- $F_C$  Συνολική ενέργεια καυσίμου.
- $E_C$  Ηλεκτρική ενέργεια.
- $H_{CHP}$  Χρήσιμη Θερμική ενέργεια.
- $F_{CE}$  Το τμήμα της  $F_C$  που κατά παραδοχή αντιστοιχεί στην παραγωγή ενέργειας  $E_C$ .
- $F_{CH}$  Το τμήμα της  $F_C$  που κατά παραδοχή αντιστοιχεί στην παραγωγή ενέργειας  $H_{CHP}$ .
- $F_E$  Ενέργεια καυσίμου για τη χωριστή παραγωγή ενέργειας  $E_C$ .
- $F_H$  Ενέργεια καυσίμου για τη χωριστή παραγωγή ενέργειας  $H_{CHP}$ .
- $\eta_{er}$  Εναρμονισμένος ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης για χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- $\eta_{hr}$  Εναρμονισμένος θερμικός βαθμός απόδοσης για χωριστή παραγωγή θερμικής ενέργειας.
- $PES$  Συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, συμπαγωγικού και μη-συμπαγωγικού μέρους.
- $PESR$  Λόγος συνολικής εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, συμπαγωγικού και μη-συμπαγωγικού μέρους.

Η σχέση (1) του κεφαλαίου 3 της μεθοδολογίας εφαρμόζεται σε συμβατικές θερμικές Μονάδες και Μονάδες συνδυασμένου κύκλου αποκλειστικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο βαθμός απόδοσης Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής εκφράζεται από την σχέση:



$$\eta = \frac{E}{F} \quad (3)$$

Στην περίπτωση των Μονάδων συμπαγωγής, η συνολική ενέργεια καυσίμου  $F_C$ , χρησιμοποιείται συγχρόνως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας  $E_C$  και χρήσιμης θερμικής ενέργειας  $H_{CHP}$ :



Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης των Μονάδων συμπαραγωγής ορίζεται ως:

$$\eta_e = \frac{E_c}{F_c} \quad (4)$$

Για την αποφυγή ασυμμετριών σε σχέση με τις συμβατικές θερμικές Μονάδες Παραγωγής, οι οποίες θα προέκυπταν από την εφαρμογή του ανωτέρου ορισμού για τον προσδιορισμό της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας και των παραγώγων μεγεθών αυτής (α) του Μεταβλητού Κόστους και (β) του Διαφορικού Κόστους, στην περίπτωση των Μονάδων συμπαραγωγής κατά τις προβλέψεις του ρυθμιστικού πλαισίου, είναι απαραίτητο να διαφοροποιηθεί ο ορισμός του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης των Μονάδων συμπαραγωγής ως:

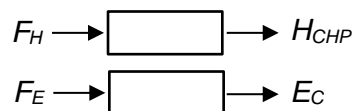
$$\eta_e = \frac{E_c}{F_{CE}} \quad (5)$$

### 5.1.1 Υπολογισμός ενέργειας $F_{CE}$

Για τον προσδιορισμό της ενέργειας  $F_{CE}$  λαμβάνονται υπόψη οι τιμές  $F_E$  και  $F_H$  καθώς και η παραδοχή ότι η συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας από την διαδικασία συμπαραγωγής ισοκατανέμεται ποσοστιαία για τον υπολογισμό των αντίστοιχων τιμών  $F_{CE}$  και  $F_{CH}$ .

### 5.1.2 Υπολογισμός $F_E$ και $F_H$

Σύμφωνα με το άρθρο 6, (σχέσεις 6.1 και 6.2) της Υ.Α. 15641/14.07.2009 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/1420/15.07.2009), όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με την Υ.Α. 749/21.03.2012 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/889/22.03.2012), εάν τα ενεργειακά προϊόντα  $E_C$  και  $H_{CHP}$  παράγονταν στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών (λχ. από Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής και λέβητα αντίστοιχα),



τότε οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας θα ήταν:

$$F_E = \frac{E_c}{n_{er}} \quad (6)$$

$$F_H = \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} \quad (7)$$

Η εναρμονισμένη τιμή αναφοράς του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης  $\eta_{er}$  για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατική Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής σύμφωνα με την Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/1420/15.07.2009) ορίζεται ως:

$$\eta_{er} = (\alpha + \beta) \cdot (\gamma \cdot \Gamma\% + \delta \cdot \Delta\%) \quad (8)$$

όπου:

α: με τιμές οριζόμενες στον Πίνακα του Παραρτήματος I της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ

β: με τιμές οριζόμενες στο Παράρτημα III της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ

γ: με τιμές οριζόμενες στη 2<sup>η</sup> στήλη του Πίνακα του Παραρτήματος IV της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ

Γ%: το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλίσκεται επιτόπου οριζόμενο στο Παράρτημα IV της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ

δ: με τιμές οριζόμενες στη 1<sup>η</sup> στήλη του Πίνακα του Παραρτήματος IV της Υ.Α. 15606

Δ%: το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα οριζόμενο στο Παράρτημα IV της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ

Η εναρμονισμένη τιμή αναφοράς του θερμικού βαθμού απόδοσης  $\eta_{hr}$  για τη χωριστή παραγωγή θερμότητας από λέβητα λαμβάνει τιμές από τον Πίνακα του Παραρτήματος II της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/1420/15.07.2009).

### 5.1.3 Υπολογισμός εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας και του αντίστοιχου ποσοστού

Λόγω της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, υπάρχει εξοικονόμηση καυσίμου για την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προσδιοριστεί από το μέγεθος PES (σε MWh) και το αντίστοιχο ποσοστό PESR (%) σύμφωνα με την σχέση 6.4 του Άρθρου 6 της Υ.Α. 15641/14.07.2009 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/1420/15.07.2009), όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με την Υ.Α. 749/21.03.2012 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/889/22.03.2012):

$$PES = PESR \cdot (F_E + F_H) \quad (9)$$

Θεωρώντας ότι η εξοικονόμηση καυσίμου PESR(%) είναι η ίδια τόσο για την ηλεκτροπαραγωγή όσο και για την παραγωγή θερμότητας, προκύπτει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την μονάδα συμπαραγωγής είναι:

$$PES_E = PESR \cdot F_E \quad (10)$$

και αντίστοιχα:

$$PES_H = PESR \cdot F_H \quad (11)$$

#### 5.1.4 Υπολογισμός $F_{CE}$ και $F_{CH}$

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω και ότι σε κάθε περίπτωση η παραγόμενη ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια δεν δύναται να είναι μεγαλύτερη της αντιστοιχούσας ενέργειας καυσίμου, τα μεγέθη  $F_{CE}$  και  $F_{CH}$  υπολογίζονται ως:

$$F_{CE} = F_E - PES_E = \frac{E_C}{n_{er}} - PESR \cdot \frac{E_C}{n_{er}} \Rightarrow F_{CE} = \frac{E_C}{n_{er}} \cdot (1 - PESR) \quad (12)$$

και:

$$F_{CE} \geq E_C \Rightarrow \frac{E_C}{n_{er}} \cdot (1 - PESR) \geq E_C \Rightarrow (1 - PESR) \geq \eta_{er} \Rightarrow \\ \Rightarrow PESR \leq 1 - \eta_{er} \quad (13)$$

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/1420/15.07.2009) για την εναρμονισμένη τιμή αναφοράς του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης  $\eta_{er}$  για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατική Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή του  $\eta_{er}$  είναι της τάξης του 50% ή 0.5, συνεπώς  $PESR \leq 50\%$ .

Επιπλέον:

$$F_{CH} = F_H - PES_H = \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} - PESR \cdot \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} \Rightarrow F_{CH} = \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} \cdot (1 - PESR) \quad (14)$$

και:

$$F_{CH} \geq H_{CHP} \Rightarrow \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} \cdot (1 - PESR) \geq H_{CHP} \Rightarrow (1 - PESR) \geq \eta_{hr} \Rightarrow \\ \Rightarrow PESR \leq 1 - \eta_{hr} \quad (15)$$

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της Υ.Α. 15606/14.07.2009 ΥΠΑΝ (ΦΕΚ Β'/1420/15.07.2009) για την εναρμονισμένη τιμή αναφοράς του θερμικού βαθμού απόδοσης  $\eta_{hr}$  για τη χωριστή παραγωγή θερμότητας από λέβητα προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή του  $\eta_{hr}$  είναι 90% ή 0.9, συνεπώς  $PESR \leq 10\%$ . Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω και δεδομένου ότι σε κάθε περίπτωση ισχύει:

$$\eta_{hr} > \eta_{er} \quad (16)$$

Για να εξασφαλισθεί ταυτόχρονα η ικανοποίηση των σχέσεων:  $F_{CE} \geq E_C$ ,  $F_{CH} \geq H_{CHP}$  και  $F_{CE} + F_{CH} = F_C$ ,

απαιτείται ο προσδιορισμός της ποσότητας  $F_{CE}$  μέσω του προσδιορισμού κατ' αρχήν της ποσότητας  $F_{CH}$ , ως :

$$F_{CH} = \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} \cdot \max\{n_{hr}, (1 - PESR)\} \quad (17)$$

και η  $F_{CE}$  ως :  $F_{CE} = F_C - F_{CH}$ .

$$(18)$$

### 5.1.5 Τύπος υπολογισμού Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενων Μονάδων ΣΗΘ

Με εφαρμογή των σχέσεων (12) και (13) στην σχέση (1) η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας Κατανεμόμενης Μονάδας ΣΗΘ για ηλεκτροπαραγωγή είναι:

$$E_H \left( \frac{GJ}{MWh} \right) = \frac{F_{CE}}{E_{net}} \cdot 3,6 = \frac{F_C - \frac{H_{CHP}}{n_{hr}} \cdot \max\{n_{hr}, (1 - PESR)\}}{E_{net}} \cdot 3,6 \quad (19)$$

### 5.1.6 Διαδικασία μετρήσεων και εφαρμογής υπολογισμών Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενων Μονάδων ΣΗΘ

Για τον προσδιορισμό της βηματικής συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας υποβάλλεται από τον Παραγωγό αντίστοιχη τεχνική έκθεση, κατά τις προβλέψεις του παρόντος κεφαλαίου και του κεφαλαίου 4, στην οποία περιλαμβάνονται μετρήσεις των απαραίτητων μεγεθών σε πέντε (5) τουλάχιστον διαφορετικά σημεία λειτουργίας της Κατανεμόμενης Μονάδας ΣΗΘ σύμφωνα με τον Πίν. 2.

Στην περίπτωση Κατανεμόμενης Μονάδας ΣΗΘ συνδυασμένου κύκλου με περισσότερους του ενός αεριοστρόβιλους, οι μετρήσεις λαμβάνονται σε πλήρη συνδυασμό λειτουργίας, δηλαδή με το σύνολο των αεριοστρόβιλων να βρίσκονται σε λειτουργία. Στην περίπτωση Μονάδας συνδυασμένου κύκλου πολλαπλών αξόνων η βηματική συνάρτηση Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας υπολογίζεται για κάθε διάταξη λειτουργίας και είναι δυνατόν να περιλαμβάνει λιγότερα από δέκα (10), αλλά τουλάχιστον πέντε (5), διαφορετικά επίπεδα της καθαρής παραγωγής.

Οι μετρήσεις αυτές εκτελούνται στην ελάχιστη και στη μέγιστη στάθμη ισχύος της Κατανεμόμενης Μονάδας ΣΗΘ για τον προηγούμενο συνδυασμό λειτουργίας. Από τα στοιχεία του Πίν. 2 και με χρήση υπολογισμών προκύπτουν τα Υπολογισθέντα Ενδιάμεσα Μεγέθη του Πίν. 3, και στη συνέχεια ο Πίν. 4 των παραμέτρων υπολογισμού της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενης Μονάδας ΣΗΘ :  $F_C(P)$ ,  $H_{CHP}(P)$ ,  $\eta_{hr}(P)$ ,  $PESR(P)$ ,  $E_{net}(P)$ .

**Πίν. 2: Μετρούμενα Μεγέθη**

Μετρούμενα Μεγέθη	P1	P2	P3	P4	P5
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

**Πίν. 3: Υπολογισθέντα Ενδιάμεσα Μεγέθη**

Ενδιάμεσα Μεγέθη	P1	P2	P3	P4	P5
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

**Πίν. 4: Παράμετροι Υπολογισμού Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας**

Μεγέθη HR	P1	P2	P3	P4	P5
$F_C^*(P)$	.	.	.	.	.
$H_{CHP}^*(P)$	.	.	.	.	.
$\eta_{hr}^*(P)$	.	.	.	.	.
$PESR^*(P)$	.	.	.	.	.
$E_{net}^*(P)$	.	.	.	.	.

**Πίν. 5: Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας  $E_H^*$** 

$E_H^*$	P1	P2	P3	P4	P5
$P(MWh)$	.	.	.	.	.
$E_H^*(P)$	.	.	.	.	.

Τα μεγέθη του Πίν. 2, του Πίν. 3 και του Πίν. 4 ανάγονται σε συνθήκες ISO και σε κατάσταση NEW & CLEAN έτσι ώστε να προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες:

**Πίν. 6: Μετρούμενα Μεγέθη ανηγμένα σε ISO συνθήκες και κατάσταση NEW & CLEAN**

Μετρούμενα Μεγέθη	P1	P2	P3	P4	P5
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

**Πίν. 7: Υπολογισθέντα Ενδιάμεσα Μεγέθη ανηγμένα σε ISO συνθήκες και κατάσταση NEW & CLEAN**

Ενδιάμεσα Μεγέθη	P1	P2	P3	P4	P5
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

**Πίν. 8: Παράμετροι Υπολογισμού Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας (ISO / NEW & CLEAN)**

Μεγέθη HR	P1	P2	P3	P4	P5
$F_C(P)$	.	.	.	.	.
$H_{CHP}(P)$	.	.	.	.	.
$\eta_{hr}(P)$	.	.	.	.	.
$PESR(P)$	.	.	.	.	.
$E_{net}(P)$	.	.	.	.	.

Με εφαρμογή των τιμών των παραμέτρων του Πίν. 8 στη σχέση (19) προκύπτει ο Πίν. 9 της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας Κατανεμόμενης Μονάδας ΣΗΘ σε κάθε ένα από τα πέντε (5) διαφορετικά σημεία λειτουργίας, σε ISO συνθήκες και κατάσταση NEW & CLEAN.

**Πίν. 9: Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας ΕΗ σε ISO συνθήκες και κατάσταση NEW & CLEAN**

$E_H$	P1	P2	P3	P4	P5
$P(MWh)$	.	.	.	.	.
$E_H(P)$	.	.	.	.	.

Με βάση τα στοιχεία του Πίν. 9 ο Παραγωγός καταρτίζει τη βηματική συνάρτηση Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας 10 σημείων σύμφωνα με τις προβλέψεις του κεφαλαίου 4 του παρόντος ώστε να χρησιμοποιηθεί κατά τις προβλέψεις του ρυθμιστικού πλαισίου.



## 6 Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής

### 6.1 Κόστος καυσίμου

Κάθε Μονάδα Παραγωγής  $u$  υποβάλλει στον ΑΔΜΗΕ σύμφωνα με τον ΚΑΕ το **κόστος κάθε καυσίμου  $f$ ,  $FC_u^f$ , σε € ανά μετρητική μονάδα ποσότητας καυσίμου και το αντίστοιχο ποσοστό συμμετοχής του,  $FuelMix_u^f$** , που χρησιμοποιεί η Μονάδα Παραγωγής  $u$  μεταξύ της Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής και της Μέγιστης Καθαρής Ισχύος. Η μονάδα κόστους για κάθε καύσιμο ορίζεται στον επόμενο πίνακα.

Πίν. 10: Μονάδες κόστους καυσίμων

Καύσιμο	Μονάδα κόστους
Λιγνίτης	Ευρώ ανά τόνο (€/10 <sup>3</sup> kg)
Μαζούτ	Ευρώ ανά τόνο (€/10 <sup>3</sup> kg)
Diesel	Ευρώ ανά χιλιόλιτρο (€/10 <sup>3</sup> lt)
Φυσικό αέριο	Ευρώ ανά κανονικό κυβικό μέτρο (€/norm m <sup>3</sup> )

Για τον υπολογισμό του κόστους καυσίμου, σημειώνονται τα κάτωθι:

- Το κόστος καυσίμου ανά τύπο καυσίμου συμπεριλαμβάνει τις πάσης φύσεως δαπάνες που υφίσταται ο Παραγωγός για την «προμήθεια» του καυσίμου. Εφόσον ο Παραγωγός προμηθεύεται ένα καύσιμο από περισσότερους του ενός Προμηθευτές, τότε το κόστος καυσίμου είναι το μέσο κόστος προμήθειας. Στο κόστος καυσίμου είναι δυνατόν να συμπεριλαμβάνεται το κόστος βελτιωτικών καυσίμου, εφόσον οι μετρήσεις για την Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας έχουν γίνει με συμμετοχή των συγκεκριμένων βελτιωτικών καυσίμου.
- Ειδικά για τις Μονάδες Παραγωγής φυσικού αερίου (Φ.Α.) το κόστος καυσίμου σε Ευρώ ανά κανονικό κυβικό μέτρο περιλαμβάνει δύο συνιστώσες : (α) το κόστος προμήθειας Φ.Α. και (β) την χρέωση χρήσης του ΕΣΦΑ η οποία πρέπει να είναι σύμφωνη με τον Κανονισμό Τιμολόγησης Βασικών Υπηρεσιών του ΕΣΦΑ, όπως κάθε φορά αυτός ισχύει. Προκειμένου να υπολογιστεί το συνολικό κόστος καυσίμου, ο κάτοχος άδειας παραγωγής προσαυξάνει το κόστος προμήθειας Φ.Α. κατά την ελάχιστη ανηγμένη χρέωση χρήσης του ΕΣΦΑ, που αντιστοιχεί σε πλήρη φόρτιση της Μονάδας Παραγωγής μέσα στο έτος λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή απρόβλεπτης μη διαθεσιμότητας της Μονάδας Παραγωγής καθώς και τις ημέρες προγραμματισμένης συντήρησης της Μονάδας Παραγωγής σύμφωνα με το πρόγραμμα συντήρησης που δημοσιεύει ο ΑΔΜΗΕ.

### 6.1.1 Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου

Κάθε Μονάδα Παραγωγής  $u$  υποβάλλει στον ΑΔΜΗΕ την **Κατώτερη Θερμογόνου Δύναμη κάθε καυσίμου  $f$  της Μονάδας,  $Q_u^f$ , σε GJ ανά μετρητική μονάδα ποσότητας καυσίμου**. Η Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη καυσίμου αναφέρεται σε κάθε καύσιμο με ή χωρίς πρόσθετα βελτιωτικά καύσιμα όπως αυτό έχει χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας.

Οι μονάδες της Κατώτερης Θερμογόνου Δύναμης για το αντίστοιχο καύσιμο φαίνονται στον Πίν. 11.

Πίν. 11: Μονάδες Κατώτερης Θερμογόνου Δύναμης

Καύσιμο	Μονάδα κόστους
Λιγνίτης	GigaJoule ανά τόνο (GJ/10 <sup>3</sup> kg)
Μαζούτ	GigaJoule ανά τόνο (GJ/10 <sup>3</sup> kg)
Diesel	GigaJoule ανά χιλιόλιτρο (GJ/10 <sup>3</sup> lt)
Φυσικό αέριο	GigaJoule ανά κανονικό κυβικό μέτρο (GJ/norm m <sup>3</sup> )

Στις περισσότερες εφαρμογές καύσης στις οποίες αναφλέγεται το καύσιμο παράγονται υδρατμοί, οι οποίοι δεν χρησιμοποιούνται και επομένως το θερμικό τους περιεχόμενο χάνεται. Επομένως, η Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη είναι η κατάλληλη θερμιδική αξία η οποία δηλώνεται στις Δηλώσεις Τεχνικοοικονομικών Στοιχείων και χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς του κόστους. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το φυσικό αέριο, κατά την καύση του οποίου παράγεται σημαντική ποσότητα υδρατμών λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε υδρογόνο. Η Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη είναι σχετική μόνο για το φυσικό αέριο που αναφλέγεται σε λέβητες υγροποίησης, οι οποίοι συμπυκνώνουν τους υδρατμούς που παράγονται από την καύση και ανακτούν μέρος της θερμότητας η οποία διαφορετικά θα είχε χαθεί.

### 6.1.2 Ποσοστιαία σύνθεση μίγματος καυσίμων

Ορισμένες θερμικές Μονάδες Παραγωγής δύναται να καταναλώνουν μίγμα καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Η Δήλωση Τεχνικοοικονομικών Στοιχείων προβλέπει τη χρήση έως τριών διαφορετικών καυσίμων στο μίγμα. Το ποσοστό συμμετοχής κάθε καυσίμου  $f$ ,  $FuelMix_u^f$ , στο μίγμα καθορίζεται για κάθε επίπεδο παραγωγής για το οποίο ορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας. Τέλος, για κάθε παραπάνω επίπεδο παραγωγής  $P_u$ , το άθροισμα των ποσοστών συμμετοχής των καυσίμων του μίγματος ισούται με 100%:

$$\sum_{f=1}^F FuelMix_u^f (P_u) = 100\% \quad (20)$$

όπου  $F$  ο αριθμός των διαφορετικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται.

### 6.1.3 Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής

Το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου μίας θερμικής Μονάδας Παραγωγής εκφράζεται σε €/MWh και υπολογίζεται στα 10 επίπεδα της καθαρής παραγωγής,  $P_u$ , στα οποία ορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας ως εξής:

$$G_{Fu} = \frac{E_{Hu}(P_u) \cdot \sum_{f=1}^F \frac{FC_u^f}{Q_u^f} FuelMix_u^f(P_u)}{1 \text{ hour}} \quad (21)$$

Επομένως, το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου προκύπτει από την Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας πολλαπλασιασμένη με έναν σταθερό συντελεστή μετατροπής θερμότητας σε κόστος (το άθροισμα στην παρένθεση της σχέσης (21)). Επομένως, η καμπύλη Μεταβλητού Κόστους Καυσίμου πολλαπλασιάζεται με μία σταθερά, και για αυτό το λόγο έχει την ίδια μορφή με την καμπύλη Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας του προηγούμενου σχήματος.

Για την εφαρμογή της σχέσης (21) κατά τις προβλέψεις του ΚΑΕ διευκρινίζεται ότι : (α) για όλα τα σημεία λειτουργίας της Μονάδας Παραγωγής αριστερά του πρώτου σημείου  $P_1$  της βηματικής συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας (Σχήμα 1) το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου των Μονάδων Παραγωγής λαμβάνει την τιμή που αντιστοιχεί στο Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου του ζεύγους  $\{P_1, E_1\}$  και (β) για όλα τα σημεία λειτουργίας της Μονάδας Παραγωγής δεξιά του τελευταίου σημείου  $P_{10}$  της βηματικής συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας (Σχήμα 1) το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου των Μονάδων Παραγωγής λαμβάνει την τιμή που αντιστοιχεί στο Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου του ζεύγους  $\{P_{10}, E_{10}\}$ . Για όλα τα σημεία λειτουργίας μεταξύ της Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής και της Μέγιστης Καθαρής Ισχύος, το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου των Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής προκύπτει με χρήση της καμπύλης Μεταβλητού Κόστους Καυσίμου.

### 6.2 Μέσα Ειδικά Κόστη Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής

Εκτός από το Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου, ορίζονται τα Μέσα Ειδικά Κόστη των Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής, ως εξής:

- α. το Μέσο Ειδικό Κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου,  $G_{Ru}$ ,
- β. το Μέσο Ειδικό Κόστος πρόσθετων δαπανών συντήρησης λόγω λειτουργίας, εκτός των δαπανών συντήρησης πάγιου χαρακτήρα,  $G_{Mu}$ ,
- γ. το Μέσο Ειδικό Κόστος Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα,  $G_{CO_2u}$ .

Τα παραπάνω Μέσα Ειδικά Κόστη ισχύουν για όλα τα επίπεδα καθαρής παραγωγής της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας, και εκφράζονται σε €/MWh.

Εξειδικεύοντας τον υπολογισμό των παραμέτρων Ειδικού Κόστους σύμφωνα με τον ΚΑΕ, σημειώνονται τα κάτωθι:

- 1 - Το «Μέσο Ειδικό Κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου» (για όλα τα επίπεδα καθαρής παραγωγής της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας) συμπεριλαμβάνει τα κάτωθι κόσθη ανηγμένα σε ευρώ ανά παραγόμενη μεγαβατώρα (€/MWh):
- κόστος βελτιωτικών καυσίμου, εφόσον οι μετρήσεις για την Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας έχουν γίνει χωρίς τη συμμετοχή των συγκεκριμένων βελτιωτικών καυσίμου,
  - λιπαντικά.

**Πίν. 12: Ειδικό Κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου**

$P_u$ [MW]	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$
Κόστος βελτιωτικών καυσίμου [€/MWh]	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5
Κόστος λιπαντικών [€/MWh]	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
<b>Σύνολο [€/MWh]</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>2.0</b>

Παράδειγμα: Έστω ότι τα κόσθη ανά επίπεδο καθαρής παραγωγής της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας όπως φαίνονται στον παραπάνω Πίν. 12. Στην περίπτωση αυτή, το Μέσο Ειδικό Κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου είναι ίσο με 1.61 €/MWh.

- 2 - Το «Μέσο Ειδικό Κόστος πρόσθετων δαπανών συντήρησης λόγω λειτουργίας εκτός δαπανών συντήρησης πάγιου χαρακτήρα» (για όλα τα επίπεδα καθαρής παραγωγής της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας) περιλαμβάνει το κόστος συμβολαίου συντήρησης ανηγμένο σε ευρώ ανά παραγόμενη μεγαβατώρα (€/MWh).
- 3 - Το «Μέσο Ειδικό Κόστος Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα» (για όλα τα επίπεδα καθαρής παραγωγής της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας) υπολογίζεται σύμφωνα με μεθοδολογία που εγκρίνει η ΠΑΕ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Απόφαση ΠΑΕ 643/2011 «Μεθοδολογία για την Ενσωμάτωση του Κόστους Εκπομπών CO<sub>2</sub> στις Προσφορές Έγχυσης των Μονάδων» (ΦΕΚ Β' 1091/01.06.2011)

## 6.3 Μεταβλητό Κόστος Κατανεμόμενων Θερμικών Μονάδων Παραγωγής

### 6.3.1 Μεταβλητό Κόστος Θερμικής Μονάδας στο μετρητή

Το Μεταβλητό Κόστος της Μονάδας  $u$ ,  $G_u(P_u)$ , υπολογίζεται στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής στα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας ως το παρακάτω άθροισμα και εκφράζεται σε €/MWh:

$$G_u(P_u) = G_{Fu}(P_u) + G_{Ru} + G_{Mu} + G_{CO_2u} \quad (22)$$

Το Μεταβλητό αυτό Κόστος αναφέρεται στο μετρητή της Μονάδας Παραγωγής, άρα δε λαμβάνονται υπόψη οι απώλειες του Συστήματος Μεταφοράς. Η καμπύλη Μεταβλητού Κόστους μίας Μονάδας στο μετρητή της Μονάδας έχει την ίδια μορφή με την καμπύλη Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας, που φαίνεται στο Σχήμα 1:

$$G_u(P_u) = \frac{\alpha'}{P_u} + \beta' + \gamma' \cdot P_u \quad (23)$$

### 6.3.2 Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας Θερμικής Μονάδας

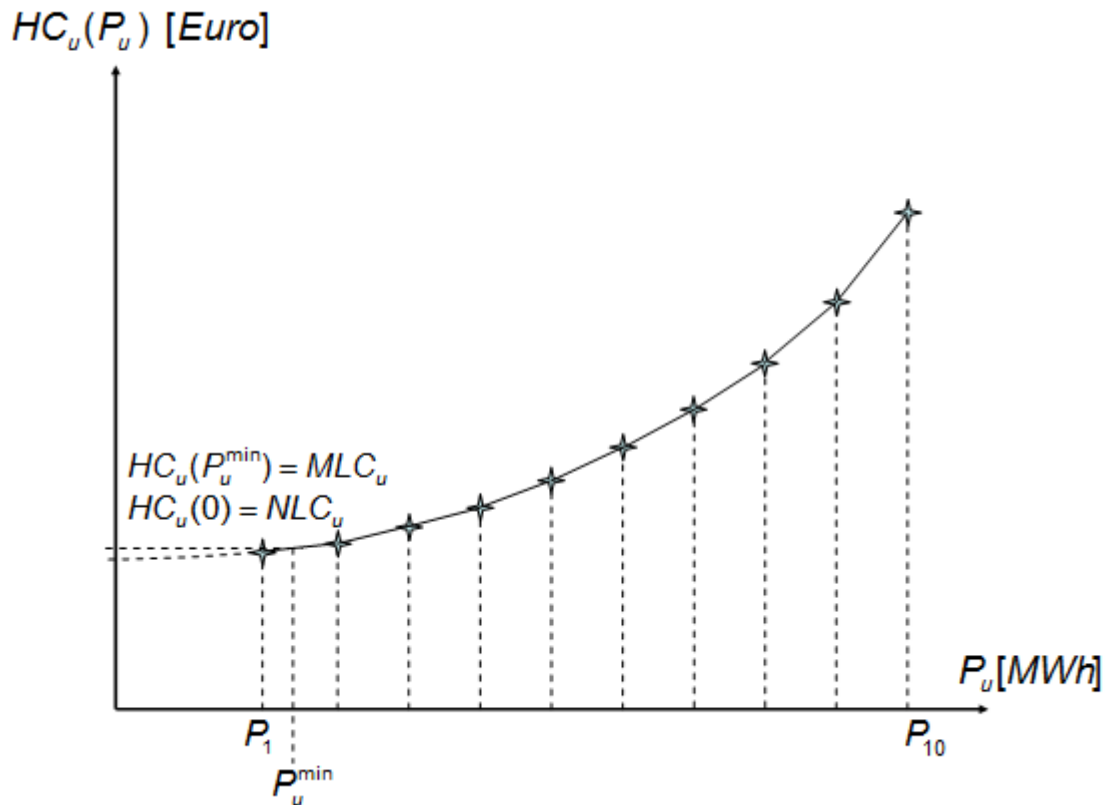
Το Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας μίας θερμικής Μονάδας,  $HC_u(P_u)$ , εκφράζεται σε €/h, και υπολογίζεται στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής για τα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας ως εξής:

$$HC_u(P_u) = G_u(P_u) \cdot P_u \quad (24)$$

Το Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας μίας θερμικής Μονάδας,  $HC_u(P_u)$ , προσεγγίζεται από ένα πολυώνυμο δευτέρου βαθμού, ως εξής:

$$HC_u(P_u) = \alpha' + \beta' \cdot P_u + \gamma' \cdot P_u^2 \quad (25)$$

Το επόμενο σχήμα δείχνει μία χαρακτηριστική καμπύλη Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας για μία θερμική Μονάδα Παραγωγής.



ΣΧΗΜΑ 2: Ωραιοί Κόστος Λειτουργίας θερμικής Μονάδας  $u$

### 6.3.3 Κόστος Χωρίς Φορτίο

Το Κόστος Χωρίς Φορτίο (No Load Cost) μιας Μονάδας  $u$ ,  $NLC_u$  εκφράζεται σε €/h και δεν μπορεί να μετρηθεί διότι οι θερμικές Μονάδες Παραγωγής δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε συνθήκες μηδενικής ισχύος εξόδου. Το Κόστος Χωρίς Φορτίο προσδιορίζεται προσεγγιστικά ως το σημείο τομής της προέκτασης της καμπύλης του Ωραιοί Κόστους Λειτουργίας με τον κάθετο άξονα, όπως δείχνει το Σχήμα 2. Το Κόστος Χωρίς Φορτίο προσδιορίζεται μαθηματικά ως ο σταθερός συντελεστής  $a'$  του πολυωνύμου δευτέρου βαθμού με το οποίο προσεγγίζεται η καμπύλη Ωραιοί Κόστους Λειτουργίας,  $HC_u(P_u)$ , στην εξίσωση (25).

### 6.3.4 Κόστος Ελαχίστου Φορτίου

Το Κόστος Ελαχίστου Φορτίου (Minimum Load Cost) μιας Μονάδας  $u$ ,  $MLC_u$ , φαίνεται στο Σχήμα 3. Το Κόστος Ελαχίστου Φορτίου μιας Μονάδας  $u$ ,  $MLC_u$ , καθορίζεται από την Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας της Μονάδας Παραγωγής στην Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, ως εξής:

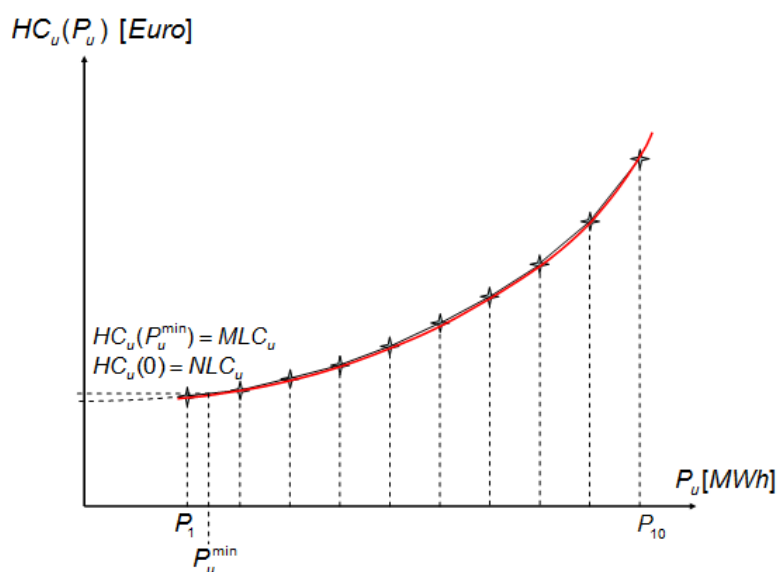
$$MLC_u = HC_u(P_u^{min}) = G_u(P_u^{min}) \cdot P_u^{min} \quad (26)$$

#### 6.4 Διαφορικό Κόστος Θερμικής Μονάδας

Το Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας μίας θερμικής Μονάδας προσεγγίζεται από ένα πολυώνυμο δευτέρου βαθμού, συνεπώς το Διαφορικό Κόστος της θερμικής Μονάδας αποδίδεται από μία γραμμική συνάρτηση ως προς το επίπεδο παραγωγής της Μονάδας Παραγωγής, ως εξής:

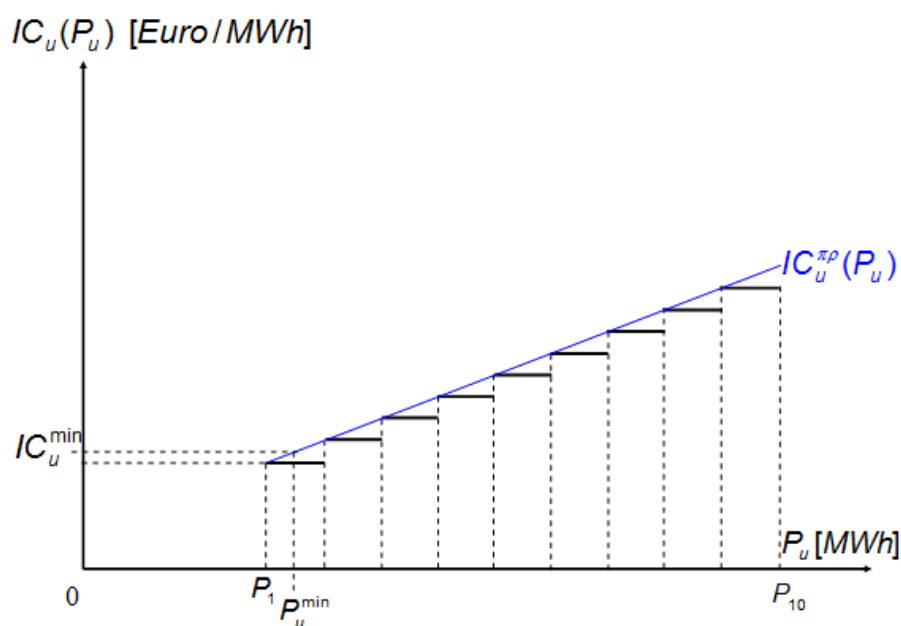
$$IC_u(P_u) = \frac{dHC_u(P_u)}{dP_u} = \frac{d(\alpha' + \beta' \cdot P_u + \gamma' P_u^2)}{dP_u} = \beta' + 2\gamma' P_u \quad (27)$$

Ωστόσο, επειδή η χρήση βηματικών συναρτήσεων στους αλγορίθμους γραμμικού προγραμματισμού προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, γίνεται προσέγγιση του Διαφορικού Κόστους από μία βηματική συνάρτηση. Για να ορισθεί αυτή η βηματική συνάρτηση κατ' αρχήν γίνεται προσέγγιση της καμπύλης Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας,  $HC_u(P_u)$ , με μια κλιμακωτή γραμμική συνάρτηση, εκτελώντας γραμμική παρεμβολή μεταξύ των επιπέδων καθαρής παραγωγής στα οποία ορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας. Η προσέγγιση αυτή απεικονίζεται στο Σχήμα 3 με την κόκκινη γραμμή.



**ΣΧΗΜΑ 3: Κλιμακωτή γραμμική προσέγγιση της καμπύλης Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας**

Λαμβάνοντας την πρώτη παράγωγο της κλιμακωτής γραμμικής προσέγγισης της καμπύλης Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας, ορίζεται το αντίστοιχο Διαφορικό Κόστος ως μία βηματική συνάρτηση, όπου κάθε βήμα είναι η κλίση της γραμμής στο αντίστοιχο τμήμα της κλιμακωτής γραμμικής προσέγγισης της καμπύλης Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Η βηματική συνάρτηση που προκύπτει (με μαύρο χρώμα) είναι προσέγγιση της πραγματικής γραμμικής συνάρτησης Διαφορικού Κόστους της Μονάδας, που φαίνεται στο Σχήμα 4 με γαλάζιο χρώμα,  $IC_u^{\pi P}(P_u)$ . Το πρώτο βήμα επεκτείνεται έως την μηδενική ισχύ παραγωγής.



ΣΧΗΜΑ 4: Χαρακτηριστική καμπύλη Διαφορικού Κόστους θερμικής Μονάδας  $u$

Το Διαφορικό Κόστος σε κάθε βήμα της καμπύλης Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας υπολογίζεται ως εξής:

$$IC_u(P_i) = \frac{HC_u(P_{i+1}) - HC_u(P_i)}{P_{i+1} - P_i}, \quad i = 1, 2, \dots, 9 \quad (28)$$

## 6.5 Παράδειγμα υπολογισμού κόστους θερμικής Μονάδας Παραγωγής

### 6.5.1 Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά και Τεχνικοοικονομικά Στοιχεία Μονάδας

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μία Μονάδα Παραγωγής με Τεχνικά Ελάχιστη Παραγωγή 65 MW και μέγιστη καθαρή παραγωγή 200 MW, η οποία έχει τα Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά και τα Τεχνικοοικονομικά Στοιχεία που φαίνονται στον Πίν. 13 σχετικά με την Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας. Υποθέτουμε ότι η Μονάδα Παραγωγής χρησιμοποιεί ένα καύσιμο:

Πίν. 13: Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά και Τεχνικοοικονομικά Στοιχεία Μονάδας

Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας	Επίπεδο Καθαρής Ισχύος [MW]	Ειδική Κατανάλωση
------------------------------	-----------------------------	-------------------



		Θερμότητας [GJ/MWh]
Η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας (σε GJ/MWh) για το διάστημα μεταξύ της Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής και της Μέγιστης Καθαρής Ισχύος καθορίζεται σε δέκα (10) επίπεδα Καθαρής Ισχύος (σε MW), δύο από τα οποία είναι τα άκρα του ως άνω διαστήματος. Τα εν λόγω σημεία επιλέγονται έτσι ώστε να προσεγγίζεται καλύτερα η τεχνική καμπύλη ειδικής κατανάλωσης	65	11,358
	80	11,114
	95	10,963
	110	10,866
	125	10,805
	140	10,767
	155	10,747
	170	10,739
	185	10,740
	200	10,749
	Κόστος καυσίμου [€/μονάδα ποσοτικής μέτρησης]	19,2544
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη καυσίμου [GJ/μονάδα ποσοτικής μέτρησης]	0,04225	
Μέσο Ειδικό κόστος πρώτων υλών εκτός καυσίμου (για όλα τα επίπεδα Καθαρής Ισχύος της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας) [€/MWh]	0,00726	
Μέσο Ειδικό κόστος πρόσθετων δαπανών συντήρησης λόγω λειτουργίας, (εκτός δαπανών συντήρησης παγίου χαρακτήρα) για όλα τα επίπεδα Καθαρής Ισχύος της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας [€/MWh]	0,00623	
Μέσο Ειδικό Κόστος Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (για όλα τα επίπεδα Καθαρής Ισχύος της συνάρτησης Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας) [€/MWh]	2,0	

### 6.5.2 Υπολογιζόμενα μεγέθη από Καταχωρημένα Χαρακτηριστικά και Τεχνικοοικονομικά Στοιχεία

Η βηματική συνάρτηση Ειδικής Κατανάλωσης Θερμότητας μιας Μονάδας Παραγωγής  $u$  μετατρέπεται στη βηματική συνάρτηση Μεταβλητού Κόστους Καυσίμου,  $G_{Fu}(P_u)$  [€/MWh] εφαρμόζοντας τη σχέση (21), τα βήματα της οποίας φαίνονται στον Πίν. 14:

**Πίν. 14: Βηματική συνάρτηση Μεταβλητού Κόστους Καυσίμου της Μονάδας**

Βηματική συνάρτηση Μεταβλητού Κόστους Καυσίμου	Επίπεδο καθαρής παραγωγής [MWh]	Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου [€/MWh]
<i>Ορίζεται στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής (σε MWh) στα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας.</i>	65	51,761
	80	50,649
	95	49,961
	110	49,519
	125	49,241
	140	49,068
	155	48,977
	170	48,94
	185	48,945
	200	48,986

Στη συνέχεια, υπολογίζεται η βηματική συνάρτηση Μεταβλητού Κόστους της Μονάδας εφαρμόζοντας τη σχέση (23), τα βήματα της οποίας φαίνονται στον παρακάτω Πίν. 15:

**Πίν. 15: Βηματική συνάρτηση Μεταβλητού Κόστους της Μονάδας**

Βηματική συνάρτηση Μεταβλητού Κόστους	Επίπεδο καθαρής παραγωγής [MWh]	Μεταβλητό Κόστος [€/MWh]
<i>Ορίζεται στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής (σε MWh) στα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας.</i>	65	53,774
	80	52,662
	95	51,974
	110	51,532
	125	51,254
	140	51,081
	155	50,99
	170	50,953
	185	50,958
	200	50,999

Το Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας,  $HC_u(P_u)$ , υπολογίζεται εφαρμόζοντας τη σχέση (25) και αποτυπώνεται στον παρακάτω Πίν. 16:

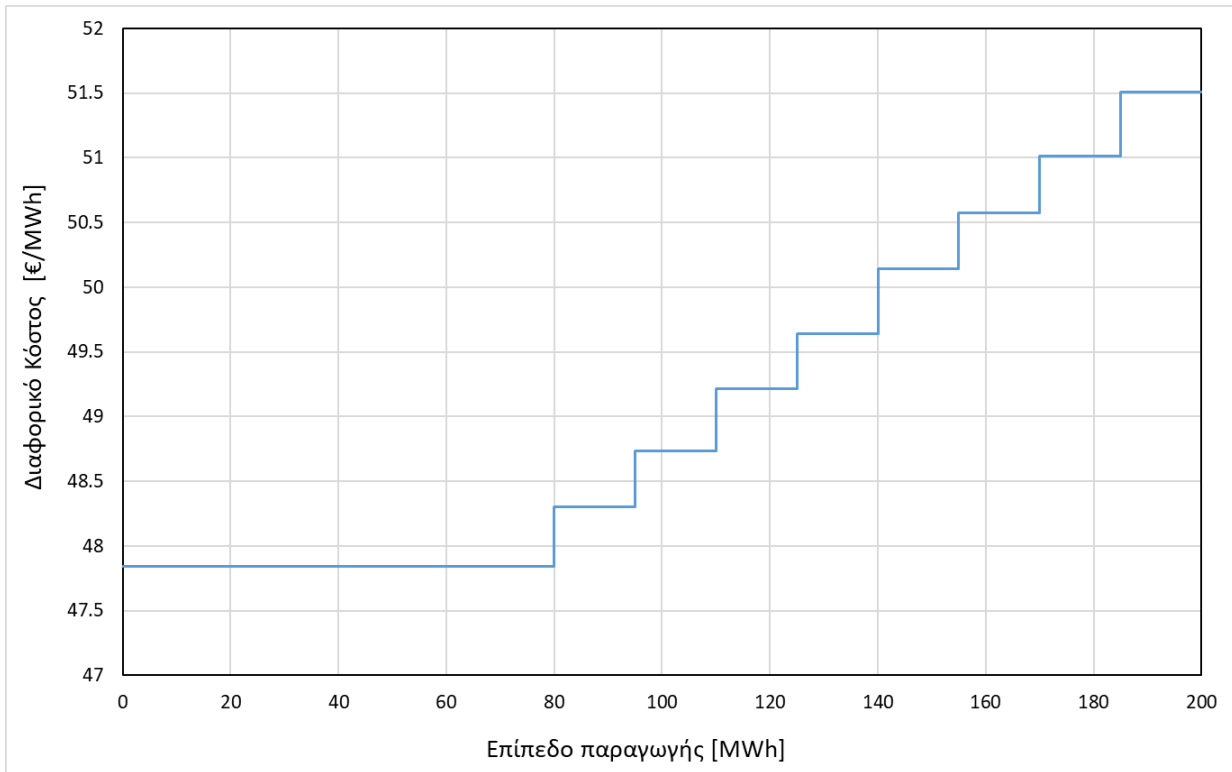
**Πίν. 16: Βηματική συνάρτηση Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας της Μονάδας**

Βηματική συνάρτηση Ωριαίου Κόστους Λειτουργίας	Επίπεδο καθαρής παραγωγής [MWh]	Ωριαίο Κόστος Λειτουργίας [€/h]
<i>Ορίζεται στα δέκα (10) επίπεδα καθαρής παραγωγής (σε MWh) στα οποία καθορίζεται η Ειδική Κατανάλωση Θερμότητας.</i>	65	3.495,31
	80	4.212,96
	95	4.937,53
	110	5.668,52
	125	6.406,75
	140	7.151,34
	155	7.903,45
	170	8.662,01
	185	9.427,23
	200	10.199,8

Το Διαφορικό Κόστος της Μονάδας υπολογίζεται από τη σχέση (28), αποτυπώνεται στον Πίν. 17 και απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 5:

**Πίν. 17: Βηματική συνάρτηση Διαφορικού Κόστους λειτουργίας της Μονάδας**

Βηματική συνάρτηση Διαφορικού Κόστους	Επίπεδο καθαρής παραγωγής [MWh]	Διαφορικό Κόστος [€/MWh]
<i>Το διάστημα μεταξύ της Τεχνικά Ελάχιστης Παραγωγής έως τη Μέγιστη Καθαρή Ισχύ αποτελείται από εννέα (9) βήματα.</i>	65	47,843
	80	48,305
	95	48,733
	110	49,215
	125	49,639
	140	50,141
	155	50,571
	170	51,015
	185	51,505
	200	-



**ΣΧΗΜΑ 5:** Συνάρτηση Διαφορικού Κόστους της Μονάδας από 0 έως  $P_{max}$