

ΗΜΕΡΙΔΑ:

Το Φυσικό Αέριο στο Επαγγελματικό Λύκειο

Ειδικότητα :

- **Τεχνικός Μηχανικός Θερμικών Εγκαταστάσεων και**
- **Μηχανικός Τεχνολογίας Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου**

Πέμπτη, 15 Μαΐου 2014, Αμφιθέατρο 1^{ου} ΕΠΑΛ ΙΛΙΟΥ

διοργάνωση :

1^ο ΕΠΑΛ ΙΛΙΟΥ

5^ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΙΛΙΟΥ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ Δ/ΝΣΗ / Ε.Π.Κ. Δ.Ε. ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΑΤΤΙΚΗΣ

Βαθμός αποδόσεως και βελτιστοποίηση καύσεως

Απόστολος Ευθυμιάδης

Δρ. Μηχανικός, Διπλ. Μηχ/γος-Ηλ/γος Μηχανικός

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΥΣΕΩΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

2ο Συνέδριο Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων

A. Ευθυμιάδης,

Δρ. Μηχανικός, Διπλ. Μηχ/γος-Ηλ/γος Μηχ.

*Τεχνομετρική επε, τεχνικοί σύμβουλοι,
Περικλέους 25Α, 155 61 Χολαργός,*

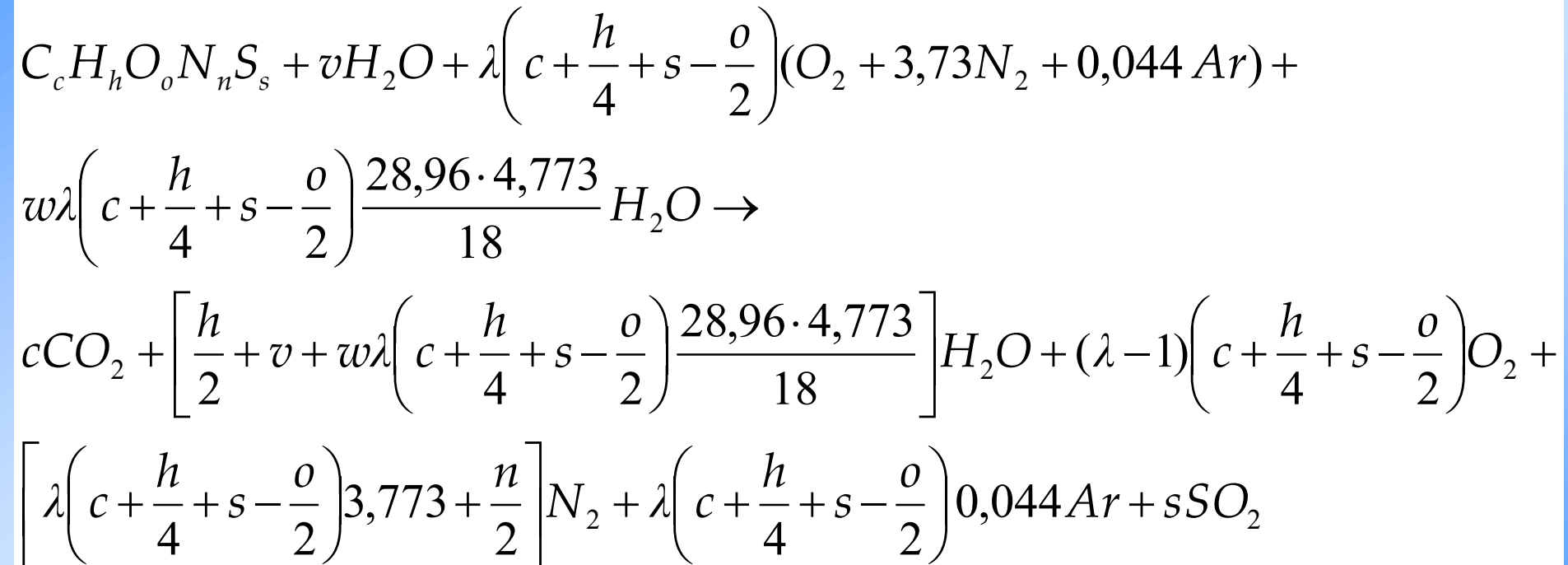
Η σημερινή κατάσταση στις εγκαταστάσεις φυσικού αερίου

- Χρήση παλαιών καμινάδων – μη κατασκευή νέων μονωμένων καμινάδων
- Σχηματισμός υγροποιήσεων και δημιουργία προβλημάτων υγρασίας στους παρακείμενους τοίχους
- Υψηλή ρύθμιση της θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων (210~220 °C)
- Χαμηλός βαθμός απόδοσης (<87%)
- Ελλειψη νομογραφημάτων για την ανάλυση της καύσεως

Σκοπός της εργασίας

- Διαμόρφωση μεθοδολογίας ανάλυσης καύσεως για όλα τα αέρια καύσιμα στην χώρα μας
 - Θερμικές απώλειες
 - Χημικές απώλειες
 - Σημείο δρόσου (θερμοκρασία έναρξης υγροποιήσεων)
 - Απλή στην χρήση σε περιβάλλον EXCEL
- Κατασκευή αντίστοιχων μονογραφημάτων
- Ανάλυση της καύσεως σε τυπικές εφαρμογές

Η γενική εξίσωση της καύσεως



Ο αέρας της καύσεως

Ουσία	Σύσταση (κ.ο.)	Μοριακό βάρος	Αναλογία (κ.ο.) συστατικού ως προς το οξυγόνο
Αζωτο (N ₂)	78,12%	28,013	3,7289
Οξυγόνο (O ₂)	20,95%	31,998	1,0000
Αργόν (Ar)	0,93%	39,948	0,0444
Σύνολα	100,00%	28,959	4,773

Η σύσταση του φυσικού αερίου

Στοιχείο	Περιεκτικότητα (% κ.ο.)	Μοριακό βάρος
Μεθάνιο (CH ₄)	98	16,043
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	0,6	30,070
Προπάνιο (C ₃ H ₈)	0,2	44,100
Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	0,2	58,120
Πεντάνιο (C ₅ H ₁₂) και βαρύτερα	0,1	72,150
Αζωτο (N ₂)	0,8	28,013
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	0,1	44,010

Ισοδύναμος τύπος φυσικού αερίου



c	1,012
h	4,004
n	0.016
o	0.002

Σύσταση άλλων αερίων

Ενωση - Στοιχείο	Περιεκτικότητα (% κ.ο.)			
	Φ.Α. Ρωσίας	Φ.Α. Αλγερίας	Προπάνιο	Βουτάνιο
Μεθάνιο (CH ₄)	98	91,2	-	-
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	0,6	6,5	-	-
Προπάνιο (C ₃ H ₈)	0,2	1,1	-	99,7
Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	0,2	0,2	99,7	-
Πεντάνιο (C ₅ H ₁₂) και βαρύτερα	0,1	-	-	-
Αζωτο (N ₂)	0,8	1	0,3	0,3
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	0,1	-	-	-

Σύσταση πετρελαίου (% κ.β.)

Συστατικό	Κ.β. σύσταση	$C_c H_h O_o N_n S_s$	Μοριακό βάρος
Ανθρακας	86,30%	16	192,18
Υδρογόνο	13,00%	28,72	28,95
Αζωτο	0,35%	0,056	0,78
Οξυγόνο	0,35%	0,049	0,78
Θείο	0,005%	0,0003	0,0011
Σύνολο	100,0%		222,69

Η υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα

$$\omega = \frac{28,96 \cdot \lambda \left(c + \frac{h}{4} + s - \frac{o}{2} \right)}{18} 4,773$$

Λόγος υγρασίας $\omega = \frac{0,622 p_v}{1013 - p_v}$

Μερική πίεση υδρατμών $p_u = \varphi \cdot p_g$

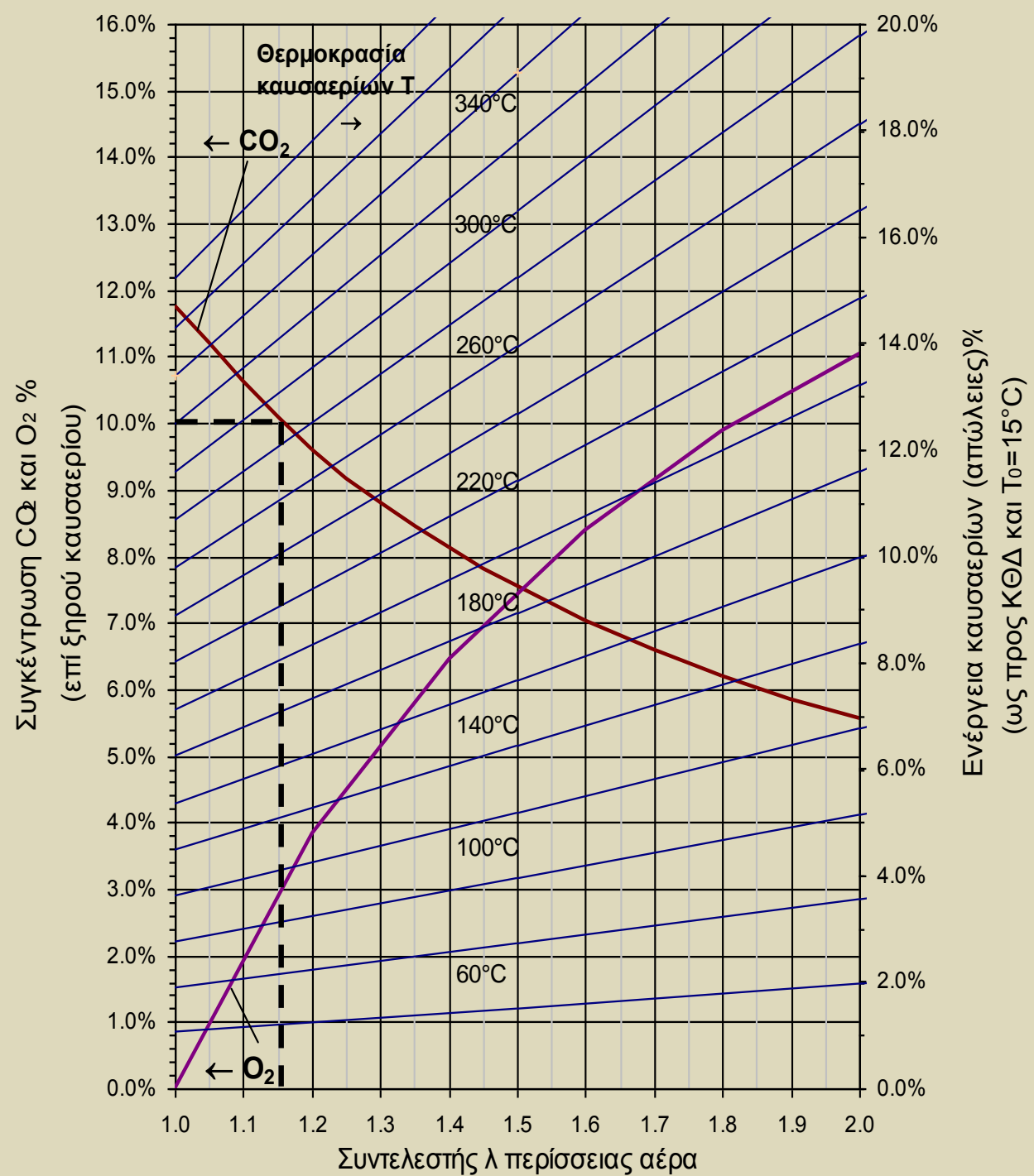
$$p_g = \exp \left(-\frac{5800,22}{T} + 1,3915 - 0,0486402 T + 4,17648 \times 10^{-5} T^2 - 1,44521 \times 10^{-8} T^3 + 6,54597 \text{Log}(T) \right)$$

Σύσταση οξυγόνου καυσαερίων

$$[O_2 \%]_{\text{ΕΠΙ ΕΞΗΡΟΥ}} = (\lambda - 1) \left(c + \frac{h}{4} + s - \frac{o}{2} \right) /$$

$$c + (\lambda - 1) \left(c + \frac{h}{4} + s - \frac{o}{2} \right) + \left[\lambda \left(c + \frac{h}{4} + s - \frac{o}{2} \right) 3,773 + \frac{n}{2} \right] + \lambda \left(c + \frac{h}{4} + s - \frac{o}{2} \right) 0,044 + s$$

Νομογράφημα



Ισοζύγια ενέργειας

$$\sum (n.H)_r = \sum (n.H)_p$$

$$H_T^o = \Delta_f H_{298}^o + \int_{298}^T C_p^o dT$$

Burcat και Ruscic

$$\frac{H_T^o}{RT} = a_1 + \frac{a_2 T}{2} + \frac{a_3 T^2}{3} + \frac{a_4 T^3}{4} + \frac{a_5 T^4}{5} + \frac{a_6}{T}$$

Οι θερμικές απώλειες καυσαερίων

$$\text{Απώλειες καυσαερίων} = \sum n(H^T - H^{288})_p$$

$$\text{Απώλειες καυσαερίων}\% = \frac{\sum n(H^T - H^{288})_p}{\text{ΚΘΔ}'}$$

$$\text{ΚΘΔ}' = \sum (n.\Delta_f H)_r^{298} - \sum (n.\Delta_f H)_p^{298}$$

Οι χημικές απώλειες καυσαερίων

Απώλειες CO (% της ενέργειας καυσίμου)

=

$$\{0,159\% + (\lambda - 1) 0,177\% \} \frac{[CO\%]}{500}$$

Σημείο δρόσου των καυσαερίων

$$T_g = \frac{4077,9}{23,6448 - \ln(P_v)} - 236,67$$

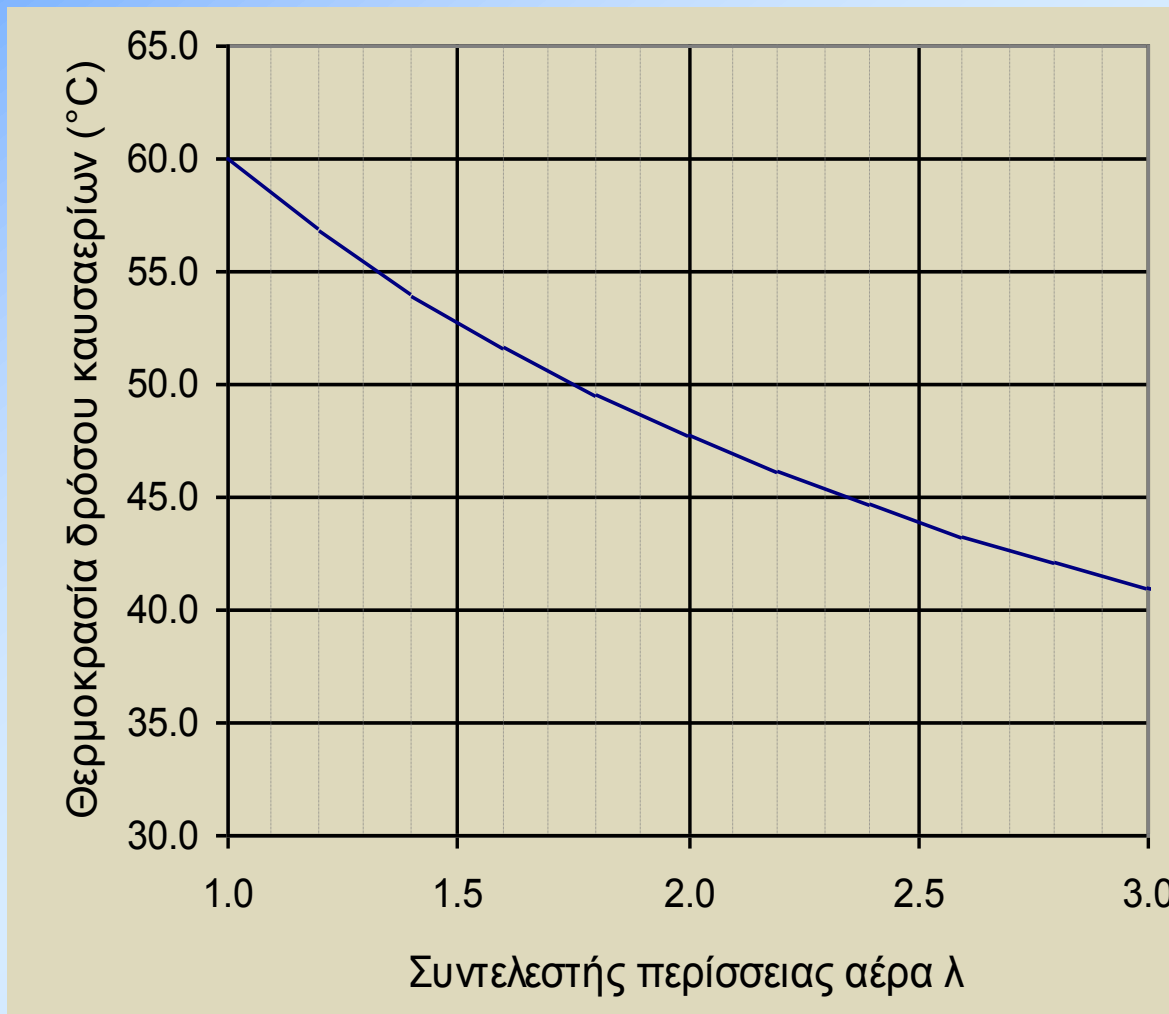
$$p_v = \frac{N_{H_2O}(101325)}{N_K}$$

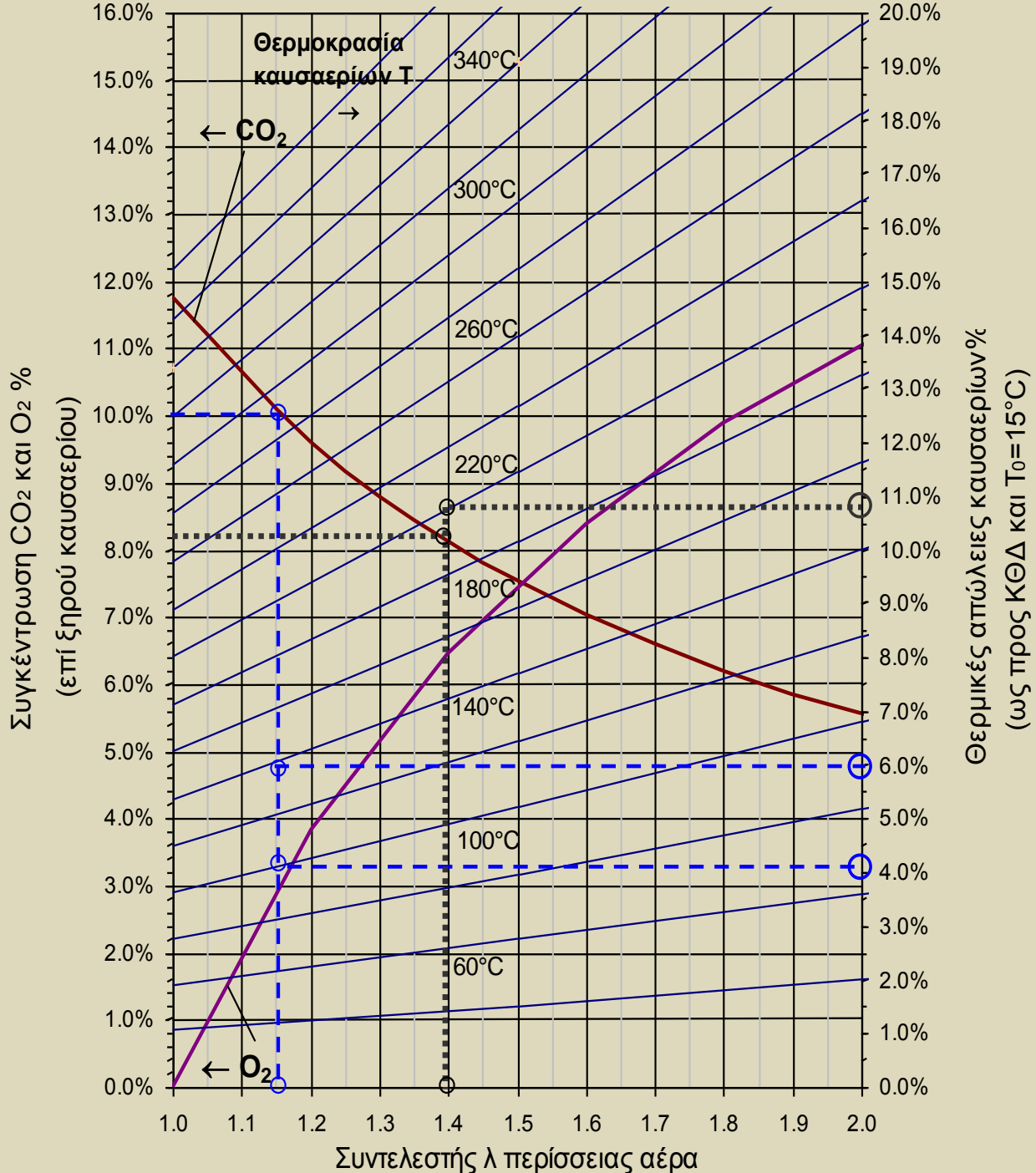
$$N_{H_2O} = 2,100 + 0,098 (\lambda - 1)$$

$$N_K = 10,712 + 9,702 (\lambda - 1)$$

$$MB = 27,664 + 0,563 (\lambda - 1)$$

Σημείο δρόσου των καυσαερίων φυσικού αερίου





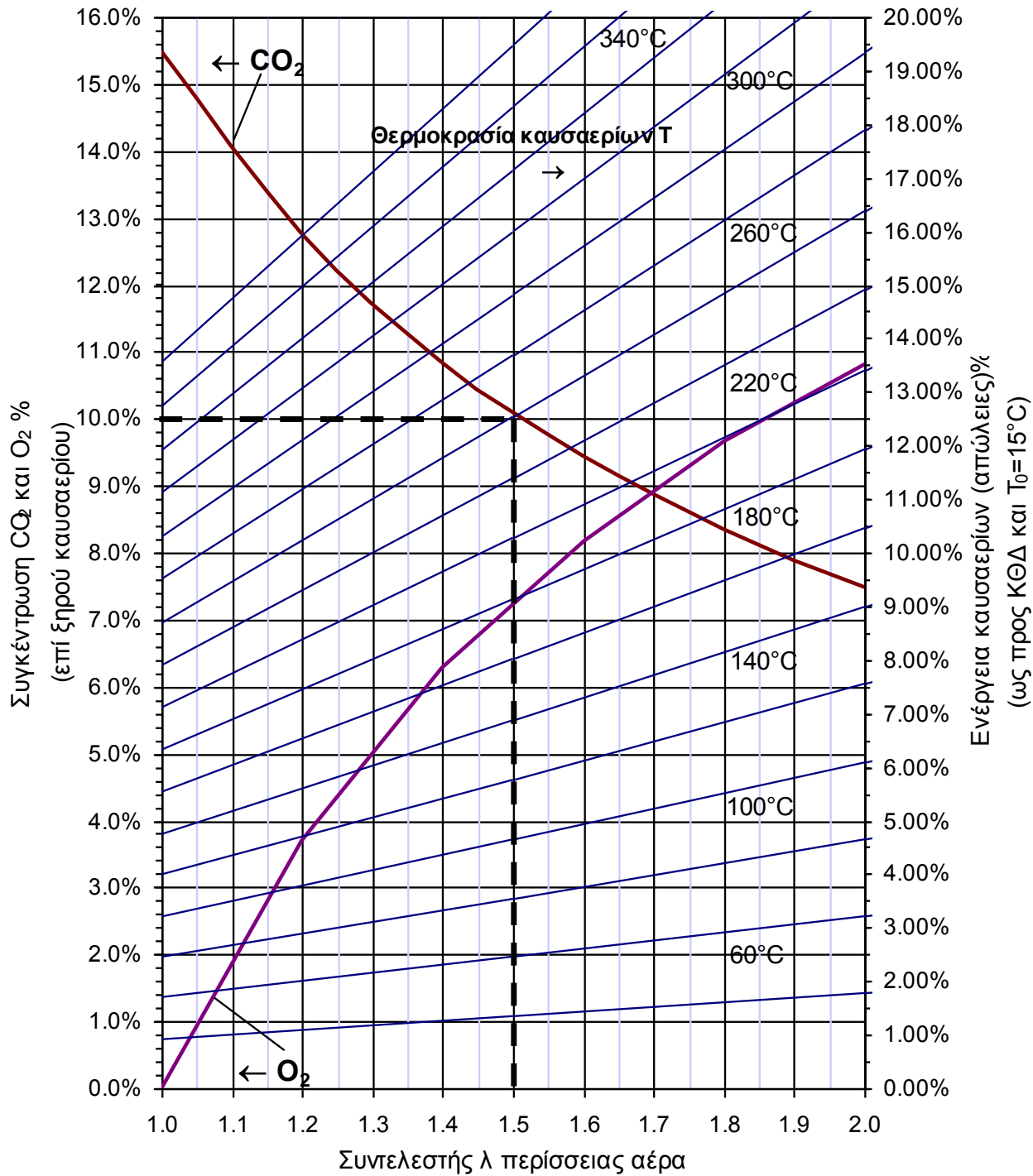
- Ανάλυση καυσαερίων φυσικού αερίου

• Επιθεώρηση λεβητοστασίων και θερμικών εγκαταστάσεων



Μετρήσεις καυσαερίων και
ρύθμιση της καύσεως

- CO_2 , CO και O_2
- Εσωτερικός βαθμός απόδοσης καύσεως
- Εξοικονόμηση ενέργειας



- Ανάλυση καυσαερίων ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Συμπεράσματα

- Ανάγκη κατασκευής νέων καμινάδων σε όλες τις εγκαταστάσεις φυσικού αερίου
- Πλήρης μελέτης καυσαερίων και καμινάδας
- Προστασία από υγροποιήσεις
- Επίτευξη μικρών θερμοκρασιών εξόδου καυσαερίων από τον λέβητα