



## ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Ενεργειακή Διαχείριση & Εξοικονόμηση Ενέργειας

Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου

### ΕΝΟΤΗΤΑ 02: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### Άσκηση 1

Η βενζίνη έχει πυκνότητα  $\rho=0,725 \text{ kg/l}$  (στους  $15^\circ \text{ C}$ ) και Κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη (ΚΘΔ=43.500 kJ/kg). Ποια η ΚΘΔ σε kcal/l;

#### Λύση:

$$\text{Η ΚΘΔ} = 43.500 * 0,2388 \text{ kcal/kg} = 10.387,7 \text{ kcal/kg}$$

$$P=m/V \text{ άρα } m=\rho * V$$

$$[\text{Kg}]=0,725 * [\text{lt}]$$

$$\text{ΚΘΔ} = 10.387,7 [\text{kcal/kg}] * 0,725 [\text{kg/lt}] = \mathbf{7.531,1 \text{ kcal/lt}}$$

#### Άσκηση 2

Να συγκριθεί η ΚΘΔ δύο τύπων φυσικού αερίου που έχουν την ακόλουθη σύσταση:

1° : 90%  $\text{CH}_4$  και 10 %  $\text{C}_2\text{H}_6$

2° : 75%  $\text{CH}_4$ , 15%  $\text{C}_2\text{H}_6$ , 5%  $\text{C}_3\text{H}_8$ , 5%  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

#### Λύση:

Συστατικό	Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη (MJ/m <sup>3</sup> )	Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (MJ/m <sup>3</sup> )
Μεθάνιο	39.819	35.883
Αιθάνιο	70.293	64.345
Προπάνιο	101.242	93.215
κ-Βουτάνιο	134.061	123.810
Ισοβουτάνιο	133.119	122.910
κ-Πεντάνιο	169.19 *	156.56 *
Ισοπεντάνιο	167.53 *	154.99 *
κ-Εξάνιο	208.70 *	193.38 *
κ-Επτάνιο	265.22 *	245.99 *
Υδρόθειο	25.336	23.353

\* Υγρό σε κανονικές συνθήκες.

- Η θερμογόνος δύναμη  $HV$  των φυσικών αερίων μπορεί να υπολογιστεί από τη μοριακή σύσταση και τις θερμογόνους δυνάμεις των συστατικών σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$HV = \sum y_i \cdot HV_i$$

όπου  $y_i$  το μοριακό κλάσμα του συστατικού  $i$ , και  $HV_i$  η θερμογόνος δύναμη του συστατικού  $i$

$$\text{Το 1}^\circ : K\theta\Delta = 0,9 \cdot 35,883 \frac{MJ}{m^3} + 0,1 \cdot 64,345 \frac{MJ}{m^3} = 38,729 \frac{MJ}{m^3}$$

$$\text{Το 2}^\circ : K\theta\Delta = 0,75 \cdot 35,883 \frac{MJ}{m^3} + 0,15 \cdot 64,345 \frac{MJ}{m^3} + 0,05 \cdot 93,215 \frac{MJ}{m^3} + 0,05 \cdot 123,81 \frac{MJ}{m^3} = 47,415 \frac{MJ}{m^3}$$

### Άσκηση 3

Έστω εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού 400W και λειτουργεί για 6 h/day με Συντελεστή Χρησιμοποίησης (ΣΧ)=40%. Ποια είναι η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας;

Λύση:

$$E_{\text{φωτ}} = 400W \cdot \frac{6h}{\text{day}} = 2400Wh/\text{day}$$

$$\Sigma X = \frac{\text{ενεργεια που καταναλώνεται}}{\text{μεγιστη ενεργεια που μπορεί να καταναλωθει}}$$

$$E_{\text{κατ}} = \Sigma X \cdot E_{\text{κατmax}} = 0,4 \cdot \frac{2400Wh}{\text{day}} = 960Wh/\text{day}$$

### Άσκηση 4

Ψυγείο 200W είναι στην πρίζα 24h/day με ΣΧ=25%. Ποια είναι η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας;

Λύση:

$$E_{\psi} = 200W \cdot \frac{24h}{\text{day}} \cdot 0,25 = \frac{1.200Wh}{\text{day}}$$

### Άσκηση 5:

Κλιματιστικό με Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας EER (ψύξης) 3,5 και ισχύ 18.000 Btu/h, λειτουργεί για 6h/day με Συντελεστή Χρησιμοποίησης (ΣΧ)=50%. Να βρείτε την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας.

Λύση:

Μετατροπή: 1Btu/h = 2,93 \* 10<sup>-4</sup> kW

Άρα η ισχύς θα είναι σε kW: P=18.000 \* 2,93 \* 10<sup>-4</sup> kW = 5,247 kW (θερμική ισχύς).

$$EER = \frac{Q_1}{W} = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1}$$

$$EER = \frac{\text{θερμική ισχύς}}{\text{ηλεκτρική ισχύς}} = \frac{P_{th}}{P_{el}} \rightarrow P_{el} = \frac{P_{th}}{EER} = \frac{5,274kW}{3,5} = 1,5 kW$$

Η ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι:

$$E \left[ \frac{kWh}{\text{day}} \right] = P [kW] * t \left[ \frac{h}{\text{day}} \right] * \frac{\Sigma X}{100} = 1,5 * 6 * 0,5 = 4,5 \left[ \frac{kWh}{\text{day}} \right]$$

**Άσκηση 6:**

Διαμέρισμα εμβαδού 120 m<sup>2</sup> διαθέτει λέβητα πετρελαίου 20.000 kcal/h, 2 κλιματιστικά των 15.000 Btu/h το καθένα και Εποχικό Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας SEER (ψύξης)=3,4.

Η απόδοση λέβητα πετρελαίου είναι 80% και η μέση ημερήσια θερμική απαίτηση διαμερίσματος είναι 300 kcal/m<sup>2</sup> για 5 μήνες το έτος. Τα κλιματιστικά λειτουργούν για 3 μήνες το έτος και για 2 ώρες ημερησίως με ΣΧ = 60%.

Το διαμέρισμα διαθέτει επίσης τις συσκευές του κάτωθι Πίνακα με την αντίστοιχη ισχύ τους, την ημερήσια χρήση και τον συντελεστή χρησιμοποίησης.

Συσκευές	Ισχύς [W]	Ημερήσια χρήση [h/day]	ΣΧ [%]
Φωτισμός	480	6	60
Ηλεκτρονικές Συσκευές	550	4	40
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	1500	1	100
Ηλεκτρικός φούρνος	2500	1	50
Λοιπές ηλεκτρικές συσκευές	1800	5	30

Δίνεται η ΚΘΔ πετρελαίου= 10.000 kcal /lt

α) Να υπολογισθούν οι συνολικές ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του διαμερίσματος.

β) Αν το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι 0,12 €/kWh και το κόστος πετρελαίου είναι 1€/lt να βρείτε το ετήσιο ενεργειακό κόστος

**Λύση:**

α) Καταρχήν θα βρούμε την ηλεκτρική ισχύ των κλιματιστικών:

$$P_{κλ} = 2 * 15.000 = 30.000 \text{ Btu/h}$$

$$\frac{1 \text{ Btu}}{\text{h}} = 2,93 * 10^{-4} \text{ kW}$$

$$P_{κλ} = 30.000 * 2,93 * 10^{-4} \text{ kW} = 8,79 \text{ kW}_{th}$$

Ισχύει ότι:  $SEER = \frac{P_{th}}{P_{el}} \rightarrow P_{el} = \frac{8,79 \text{ kW}}{3,4} \rightarrow P_{el} = 2,6 \text{ kW}_{el}$

Για όλες τις ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές θα χρησιμοποιήσω της σχέση:

$$E \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{year}} \right] = P \text{ [kW]} * t \left[ \frac{\text{h}}{\text{day}} \right] * \frac{\Sigma X}{100} * \frac{\text{days}}{\text{year}}$$

Και θα συμπληρωθεί ο Πίνακας ως εξής για την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας και το κόστος:

Συσκευές	Ισχύς [kW]	Ημερήσια χρήση [h/day]	ΣΧ [%]	Ημέρες ανά έτος [days/year]	Ετήσια ενέργεια [kWh/year]	Κόστος [€/year]
Φωτισμός	0,48	6	60%	360	622,08	0,12€/kWh
Ηλεκτρονικές Συσκευές	0,55	4	40%	360	316,80	
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	1,5	1	100%	360	540,00	
Ηλεκτρικός φούρνος	2,5	1	50%	360	450,00	
Λοιπές ηλεκτρικές συσκευές	1,8	5	30%	360	972,00	
Κλιματιστικά	2,6	2	60%	91	283,92	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>					<b>3.184,80</b>	<b>382,176</b>

Συνεπώς το ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

$$K_{el} = 382,18 \text{ [€/year]}$$

Για τον καυστήρα:

$$\text{Η μέση ημερήσια απαίτηση ενέργειας είναι } 300 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}} * 120 \text{ m}^2 = 36.000 \text{ kcal/day}$$

Για τους 5 μήνες λειτουργίας θεωρώ ότι οι μήνες είναι Νοέμβριος – Μάρτιος (30+31+31+28+31=151 days).

Οπότε η ετήσια απαίτηση ενέργειας είναι:

$$E_{th} = 36.000 \frac{\text{kcal}}{\text{day}} * 151 \frac{\text{days}}{\text{year}} = 5,4 * 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{year}}$$

Η ενέργεια του καυσίμου σε ετήσια βάση είναι:

$$E_{καυσ} = \frac{E_{th}}{0.8} = \frac{5,4 * 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{year}}}{0.8} = 6,75 * 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{year}}$$

$$E_{καυσ} = 6,75 * 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{year}} * 1,163 * 10^{-3} \frac{\text{kWh}}{\text{year}} = 7.850 \frac{\text{kWh}}{\text{year}}$$

Λαμβάνοντας υπόψη την ΚΘΔ του πετρελαίου, ισχύει ότι:

$$E_{καυσ} [\text{kcal/year}] = K\theta\Delta \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{lt}} \right] * V_{καυσ} [\text{lt/year}]$$

$$\text{Οπότε: } V_{\text{καυσ}} \left[ \frac{\text{lt}}{\text{year}} \right] = \frac{E_{\text{καυσ}} [\text{kcal}]}{K_{\theta\Delta} \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{lt}} \right]} = \frac{6,75 * 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{year}}}{10.000 \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{lt}} \right]} = 675 \left[ \frac{\text{lt}}{\text{year}} \right]$$

$$\text{Το ετήσιο κόστος καυσίμου} = K_{\text{petr}} \text{ [€/year]} = 675 \left[ \frac{\text{lt}}{\text{year}} \right] * 1 \left[ \frac{\text{€}}{\text{lt}} \right] =$$

**675€/year**

Το συνολικό ετήσιο κόστος είναι:

$$K_{\text{total}} = K_{\text{el}} + K_{\text{petr}} = 382,18 + 675,00 = 1.057,18 \text{ €/year.}$$

$$E_{\text{καυσ}} = 6,75 * 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{year}} * 1,163 * 10^{-3} \frac{\text{kWh}}{\text{year}} = 7.850 \frac{\text{kWh}}{\text{year}}$$