



☎ +30 210 772 2810  
Fax: +30 210 772 3663  
e-mail: sotokar@mail.ntua.gr

## Υπολογισμός κόστους ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση πάνελ θέρμανσης υπέρυθρης ακτινοβολίας για διαφορετικές εγκατεστημένες ισχύεις

*Μέλη της επιτροπής εμπειρογνομόνων για τον καθορισμό προϋποθέσεων  
χρήσης αυτοδηλούμενων ισχυρισμών και αξιολόγησης τεχνικών φακέλων  
προϊόντων θέρμανσης:*

*Δρ. Σωτήριος Καρέλλας, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ  
Δρ. Παναγιώτης Βουρλιώτης, Τεχνικός Διευθυντής της Μονάδας  
Πιστοποίησης Συστημάτων Θερμότητας, του Εργαστηρίου  
Ατμοκινητήρων & Λεβήτων ΕΜΠ.  
κ. Πλάτων Πάλλης, Διπλ. Μηχ.Μηχ. ΕΜΠ, MSc*

*Εργαστήριο Ατμοκινητήρων & Λεβήτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

*Εξωτερικός Συνεργάτης της επιτροπής:  
κα. Γεωργία Ξυραφά, Διπλ. Μηχ.Μηχ. ΕΜΠ, MSc*

**Δεκέμβριος 2013**

Το Εργαστήριο Ατμοκινητήρων και Λεβήτων του ΕΜΠ, στα πλαίσια του ελέγχου των ισχυρισμών των προϊόντων θέρμανσης με υπέρυθρη ακτινοβολία, πραγματοποίησε υπολογισμό κόστους της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση πάνελ θέρμανσης με υπέρυθρη ακτινοβολία για πέντε σενάρια λειτουργίας για διαφορετικές εγκατεστημένες ισχείς. Το πρώτο σενάριο (**Σενάριο 1**) αφορούσε την τιμολόγηση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013), το δεύτερο σενάριο (**Σενάριο 2**) αφορούσε τη χρήση κατά 60% του ημερήσιου τιμολογίου ΔΕΗ και κατά 40% του νυχτερινού τιμολογίου και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1Ν με ισχύ από την 1/1/2013), το τρίτο σενάριο (**Σενάριο 3**) αφορούσε τη χρήση κατά 50% του ημερήσιου τιμολογίου ΔΕΗ και κατά 50% του νυχτερινού τιμολογίου και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1Ν με ισχύ από την 1/1/2013), το τέταρτο σενάριο (**Σενάριο 4**) αφορούσε τη χρήση κατά 40% του ημερήσιου τιμολογίου ΔΕΗ και κατά 60% του νυχτερινού τιμολογίου και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1Ν με ισχύ από την 1/1/2013), το πέμπτο σενάριο (**Σενάριο 5**) αφορούσε τη χρήση κατά 20% του ημερήσιου τιμολογίου ΔΕΗ και κατά 80% του νυχτερινού τιμολογίου και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1Ν με ισχύ από την 1/1/2013). Για όλα τα σενάρια πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας σε €/kWh<sub>el</sub> για λειτουργία των πάνελ 6 ώρες σε καθημερινή βάση.

#### **Παρατήρηση για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας:**

Η χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας έγινε σύμφωνα με το οικιακό τιμολόγιο της ΔΕΗ και σύμφωνα με τα περιγραφόμενα παραπάνω σενάρια. Θεωρείται τριφασική παροχή ρεύματος με συμφωνημένη ισχύ 28 kVA. Επίσης, θεωρείται ότι η ελάχιστη τυπική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μιας ανεξάρτητης κατοικίας είναι περί τις 800 kWh<sub>el</sub> ανά τετράμηνο. Επομένως, η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη των θερμικών αναγκών αυτής θα τιμολογείται με κόστος που αντιστοιχεί σε κλίμακα μεγαλύτερη από τις 800 kWh<sub>el</sub> ανά τετράμηνο.

Για όλα τα σενάρια παρουσιάζεται το εκτιμώμενο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας σε €/kWh<sub>el</sub>. Το εκτιμώμενο αυτό κόστος ισχύει μόνο για τις παραδοχές των ωρών

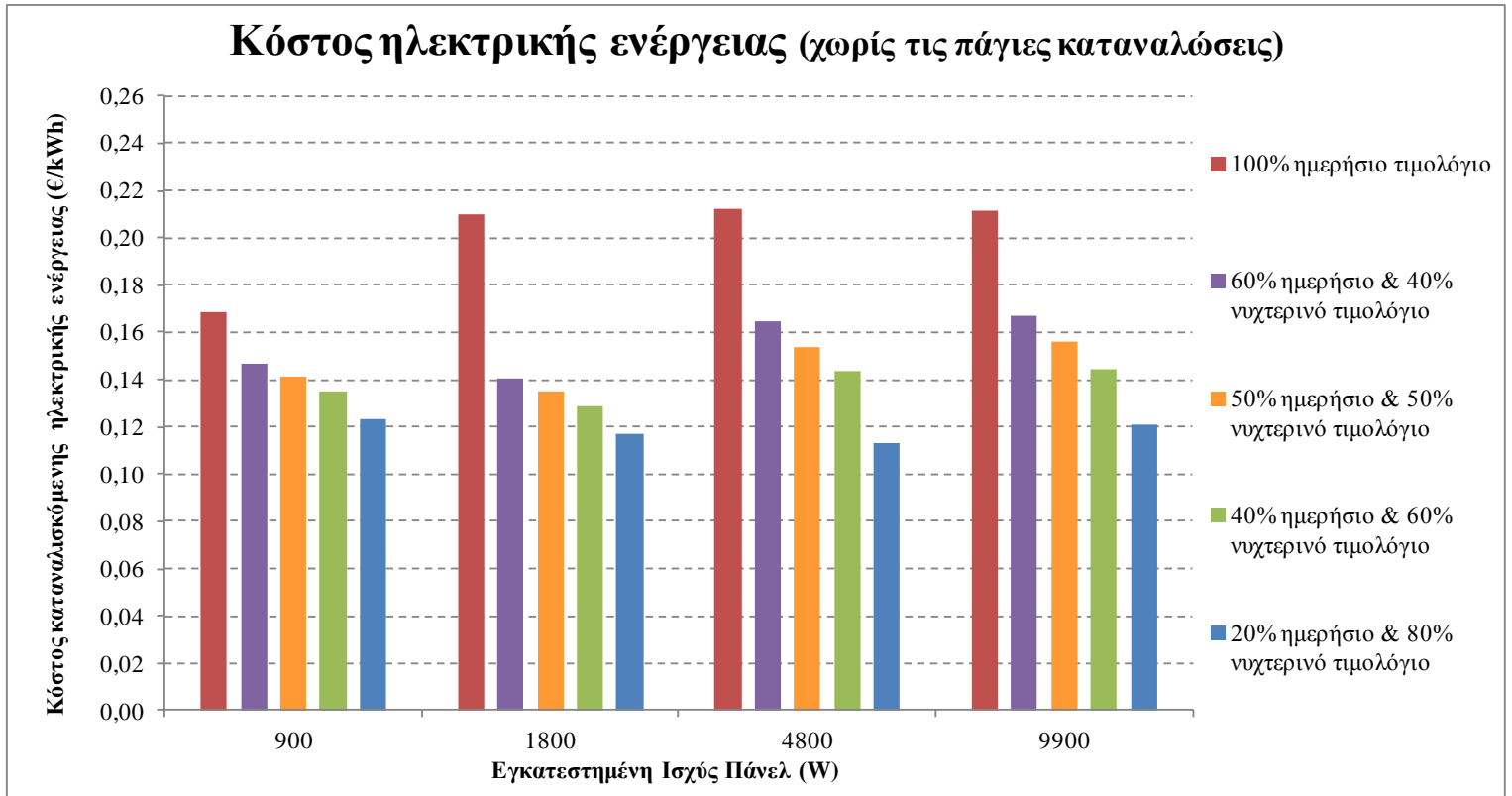
λειτουργίας των πάνελ θέρμανσης με υπέρυθρη ακτινοβολία (6 ώρες σε καθημερινή βάση). Επιπλέον, παρουσιάζεται το εκτιμώμενο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας σε €/kWh<sub>ei</sub>, λόγω αυξημένης τιμολόγησης και των πάγιων καταναλώσεων (κόστος extra 800kWh incl.), που θα επιβαρυνθεί ο καταναλωτής.

Σημειώνεται ότι η χρέωση ενέργειας στο τιμολόγιο της ΔΕΗ γίνεται για το σύνολο της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο μέγιστο κλιμάκιο που εμπίπτει. Τέλος, για όλα τα σενάρια, το πάγιο λόγω τριφασικής παροχής χρεώθηκε στο ήμισυ στις καταναλώσεις λόγω θερμότητας.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συγκεντρωτικές τιμές κόστους καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς τις πάγιες καταναλώσεις, για διάφορες εγκατεστημένες ισχείς πάνελ. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συγκεντρωτικές τιμές κόστους καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, με τις πάγιες καταναλώσεις (800 kWh incl.), για διάφορες εγκατεστημένες ισχείς πάνελ.

**Πίνακας 1.** Συγκεντρωτικές τιμές κόστους καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (χωρίς τις πάγιες καταναλώσεις) για διαφορετικές εγκατεστημένες ισχείς πάνελ.

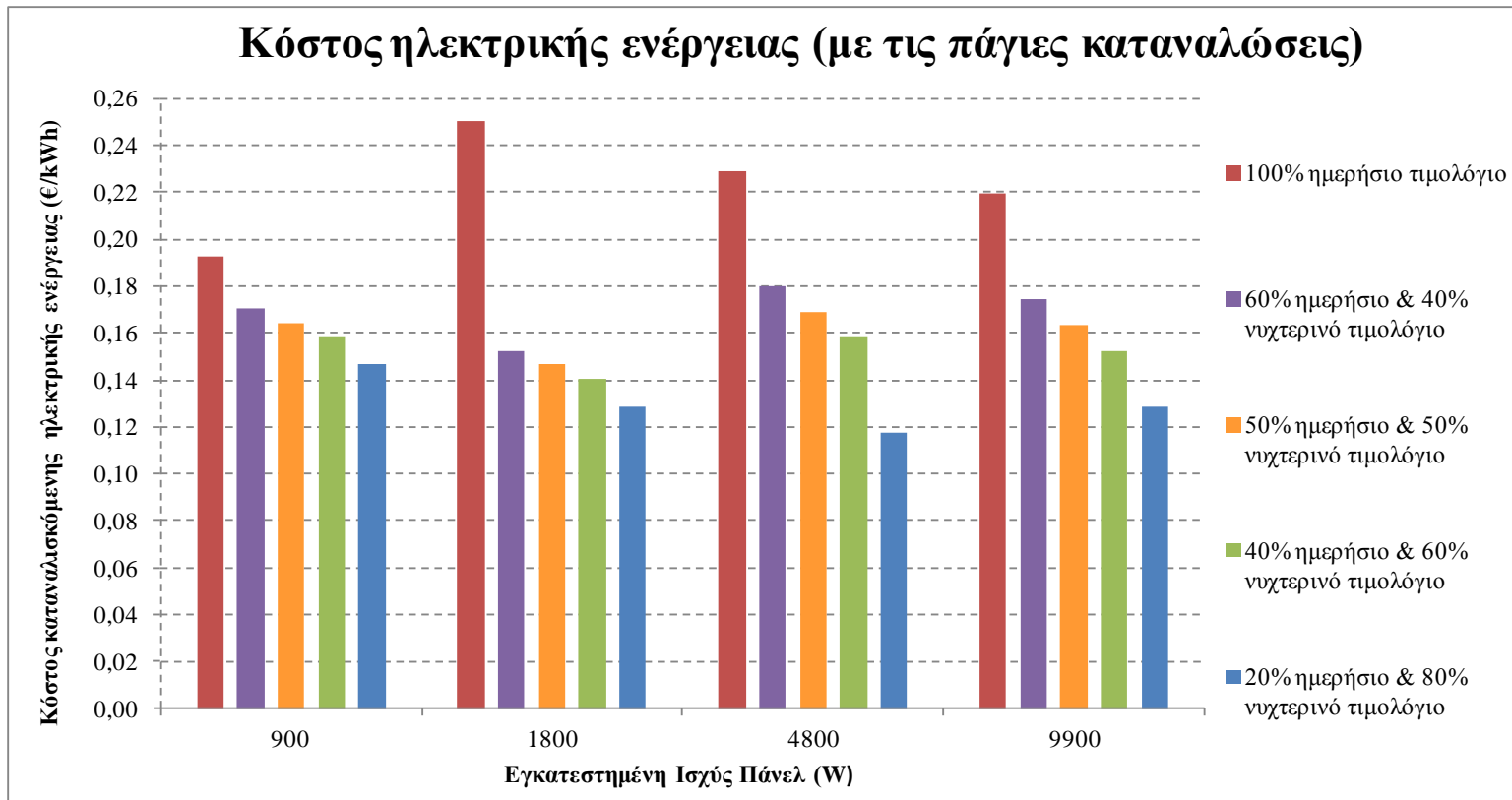
Εγκατεστημένη Ισχύς [W]	Κόστος καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (χωρίς τις πάγιες καταναλώσεις) [€/kWh]				
	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ [Σενάριο 1]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (60%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (40%) [Σενάριο 2]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (50%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (50%) [Σενάριο 3]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (40%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (60%) [Σενάριο 4]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (20%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (80%) [Σενάριο 5]
1 πάνελ 900 W = <b>900</b>	0,1689	0,1469	0,1410	0,1351	0,1232
2 πάνελ 900 W = <b>1800</b>	0,2099	0,1407	0,1348	0,1289	0,1170
3 πάνελ 900 W = <b>2700</b>	0,2081	0,1446	0,1377	0,1268	0,1149
1 πάνελ 900 W + 5 πάνελ 450 W = <b>3150</b>	0,2133	0,1659	0,1371	0,1301	0,1143
2 πάνελ 900 W + 5 πάνελ 600W = <b>4800</b>	0,2123	0,1646	0,1541	0,1435	0,1131
3 πάνελ 900 W + 5 πάνελ 700W = <b>6200</b>	0,2118	0,1675	0,1564	0,1430	0,1146
3 πάνελ 1200 W + 7 πάνελ 900W = <b>9900</b>	0,2112	0,1668	0,1557	0,1446	0,1212



**Σχήμα 1.** Κόστος καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (χωρίς τις πάγιες καταναλώσεις) για διαφορετικές εγκατεστημένες ισχύεις πάnel.

**Πίνακας 2.** Συγκεντρωτικές τιμές κόστους καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (με τις πάγιες καταναλώσεις 800 kWh) για διαφορετικές εγκατεστημένες ισχείς πάνελ.

Εγκατεστημένη Ισχύς [W]	Κόστος καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (με τις πάγιες καταναλώσεις) [€/kWh]				
	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ [Σενάριο 1]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (60%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (40%) [Σενάριο 2]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (50%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (50%) [Σενάριο 3]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (40%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (60%) [Σενάριο 4]	Ημερήσιο τιμολόγιο ΔΕΗ (20%) και Νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνη μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ (80%) [Σενάριο 5]
1 πάνελ 900 W = <b>900</b>	0,1923	0,1469	0,1644	0,1584	0,1465
2 πάνελ 900 W = <b>1800</b>	0,2502	0,1407	0,1465	0,1405	0,1287
3 πάνελ 900 W = <b>2700</b>	0,2350	0,1446	0,1495	0,1346	0,1227
1 πάνελ 900 W + 5 πάνελ 450 W = <b>3150</b>	0,2383	0,1659	0,1472	0,1403	0,1210
2 πάνελ 900 W + 5 πάνελ 600W = <b>4800</b>	0,2287	0,1646	0,1692	0,1586	0,1175
3 πάνελ 900 W + 5 πάνελ 700W = <b>6200</b>	0,2245	0,1675	0,1691	0,1547	0,1197
3 πάνελ 1200 W + 7 πάνελ 900W = <b>9900</b>	0,2192	0,1668	0,1637	0,1525	0,1285



**Σχήμα 2.** Κόστος καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (με τις πάγιες καταναλώσεις 800 kWh) για διαφορετικές εγκατεστημένες ισχύεις πάνελ.

Στις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας που αναφέρονται στους παραπάνω Πίνακες 1 και 2, εκτός από τις χρεώσεις για το δίκτυο μεταφοράς και διανομής, το ήμισυ του παγίου, τις χρεώσεις Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας, όπως προκύπτουν για τα κλιμάκια κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα τιμολόγια της ΔΕΗ (τιμολόγια Γ1 και Γ1Ν με ισχύ από την 1/1/2013), συμπεριλαμβάνονται ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (ΕΦΚ Ν.3336/05= 0,0022 €/kWh<sub>el</sub>), το Ειδικό Τέλος 5%, το Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ = 0,00953€/kWh<sub>el</sub>) και ο Φ.Π.Α(13%).

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά οι υπολογισμοί για 6 ώρες λειτουργίας για 2 πάνελ των 900 W και για 5 πάνελ των 600 W (συνολική εγκατεστημένη ισχύς = 4800 W) για τα σενάρια 1 και 3.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 4 ΜΗΝΩΝ

Οι παραδοχές που έγιναν ήταν:

- Τα πάνελ λειτουργούσαν 6 ώρες καθημερινά.
- Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς όλων των πάνελ είναι 4,8 kW.
- Άρα η ενέργεια που καταναλώνεται θα είναι:

$$4,8 \text{ kW} \times 6 \text{ h/ ημέρα} = 28,8 \text{ kWh / ημέρα.}$$

Επειδή οι χρεώσεις της ΔΕΗ είναι ανά τετράμηνο, άρα η **ενέργεια που καταναλώνουν τα πάνελ σε 4 μήνες** θα είναι (υποθέτοντας ότι λειτουργούν σε καθημερινή βάση δηλαδή για συνολικά 120 ημέρες):

$$28,8 \text{ kWh / ημέρα} \times 120 \text{ ημέρες} = 3456 \text{ kWh / 4μηνο}$$

Τα συγκεντρωτικά στοιχεία παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 3.

**Πίνακας 3.** Συγκεντρωτικά στοιχεία καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας πάνελ συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 4800 W.

Συγκεντρωτικά στοιχεία	
Εγκατεστημένη Ισχύς (W)	4800
Ώρες λειτουργίας / ημέρα (h)	6
Μέρες χρήσεις / μήνα	30
Συνολική ωφέλιμη ηλεκτρική ενέργεια (kWh/4μηνο)	3456
Βαθμός απόδοσης μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα	1,00
Συνολική Προσδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια ( kWh /4μηνο )	3456



## Ημερήσιο Τιμολόγιο ΔΕΗ

### Παρατήρηση για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας:

Στις 3456 kWh της θέρμανσης προστίθενται άλλες 800 kWh (πάγιες καταναλώσεις) που θα είναι η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στο σπίτι για χρήσεις εκτός θέρμανσης. Επομένως οι συνολικές kWh (ηλεκτρική ενέργεια) που καταναλώνονται στο σπίτι θα είναι  $3456+800 = 4256$  kWh/ 4μηνο. Συνεπώς, η κατανάλωση τιμολογείται με βάση το κλιμάκιο άνω των 3000 kWh που χρεώνει η ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013).

### 1. Υπολογισμός πάγιου κόστους τριφασικής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας

Το πάγιο κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος για τους 4 μήνες υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

- πάγιο τριφασικής παροχής = 4,8 €/4μηνο,
- συμφωνημένη με τη ΔΕΗ τριφασική ισχύς = 28 kVA,
- χρέωση ισχύος για το δίκτυο μεταφοράς = 0,17 €/ kVA \* ΣΙ/έτος,
- χρέωση ισχύος για το δίκτυο διανομής = 0,63 €/ kVA \* ΣΙ/έτος,
- συντελεστής ισχύος ΣΙ = 1 ,
- γίνεται η υπόθεση ότι το πάγιο επιβαρύνει το 50% του κόστους θέρμανσης.

Οπότε το πάγιο κόστος θα είναι:

$$\text{Πάγιο κόστος} = [4,8 + (0,17 \times 28 + 0,63 \times 28) \times 1 \times 120/365] \times 50\% = 6,082 \text{ €/4μηνο (1)}$$

### 2. Υπολογισμός χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας

Η χρέωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις εξής χρεώσεις για το κλιμάκιο άνω των 3000 kWh που δίνει η ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

- Ανταγωνιστικές χρεώσεις = 0,10252 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου μεταφοράς = 0,00541 €/kWh
- Λοιπές χρεώσεις δικτύου μεταφοράς = 0,00046 €/kWh

- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου διανομής = 0,0203 €/kWh
- Χρεώσεις υπηρεσιών κοινής ωφέλειας = 0,04488 €/kWh
- Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων = 0,00953 €/kWh

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει η τιμή ανά καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το κλιμάκιο άνω των 3000 kWh (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

$$\text{τιμή ανά kWh} = 0,1831 \text{ €/kWh} \quad (2)$$

### **3. Υπολογισμός αξίας ηλεκτρικού ρεύματος**

Η αξία του ηλεκτρικού ρεύματος στο 4μηνο με βάση τις σχέσεις (1) και (2) είναι:

$$\begin{aligned} \text{Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος} &= \text{πάγιο κόστος} + \text{τιμή ανά kWh} \times \text{κατανάλωση του} \\ &\text{4μήνου σε kWh} = 638,876 \text{ €/4μηνο} \quad (3) \end{aligned}$$

### **4. Υπολογισμός Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης**

$$\text{ΕΦΚ} = 0,0022 \text{ €/kWh} \times 3456 \text{ kWh} = 7,60 \text{ €/4μηνο} \quad (4)$$

### **5. Υπολογισμός Ειδικού Τέλους 5%**

Με τη βοήθεια των σχέσεων (3) και (4) και λαμβάνοντας υπόψη το Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ), το ειδικό τέλος 5% είναι:

$$\begin{aligned} \text{Ειδικό τέλος 5\%} &= (\text{Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος} + \text{ΕΦΚ} - \text{ΕΤΜΕΑΡ}) \times \text{κατανάλωση} \\ &\text{του 4μήνου σε kWh} \times 5\% = 3,068 \text{ €/4μηνο} \quad (5) \end{aligned}$$

### **6. Υπολογισμός Φ.Π.Α**

Με τη βοήθεια των σχέσεων (3) και (4) το Φ.Π.Α υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{ΦΠΑ} = (\text{Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος} + \text{ΕΦΚ}) \times 13\% = 84,042 \text{ €/4μηνο} \quad (6)$$

## 7. Υπολογισμός τελικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας

Αθροίζοντας τις σχέσεις (3), (4), (5) και (6) το τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

$$\text{Τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας} = 733,589 \text{ €/4μηνo (7)}$$

**Άρα το κόστος ανά ημέρα, για 6 ώρες λειτουργίας θα είναι:**

$$733,589 / 120 = 6,11 \text{ €/ημέρα}$$

**Το κόστος ανά kWh, για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$733,589 / 3456 = 0,212 \text{ €/ kWh (το 4μηνo)}$$

**Παρατήρηση:** Επειδή ενδέχεται να υπάρξει μια επιβάρυνση στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της χρέωσης των επιπλέον καταναλώσεων, ακολουθούν οι παρακάτω πρόσθετοι υπολογισμοί που θα οδηγήσουν σε αύξηση του τελικού ημερήσιου κόστους (€/ημέρα) και του τελικού κόστους ανά καταναλισκόμενη ενέργεια (€/ kWh το 4μηνo).

## 8. Υπολογισμός πρόσθετου κόστους λόγω αυξημένης χρέωσης των πάγιων καταναλώσεων

Αν δε ληφθούν υπόψη οι επιπλέον καταναλώσεις για θέρμανση, η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (πάγιες καταναλώσεις = 800 kWh) θα τιμολογούνταν στο κλιμάκιο 0-800 της ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013) στο οποίο η χρέωση υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- Ανταγωνιστικές χρεώσεις = 0,07793 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου μεταφοράς = 0,00541 €/kWh
- Λοιπές χρεώσεις δικτύου μεταφοράς = 0,00046 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου διανομής = 0,0203 €/kWh
- Χρεώσεις υπηρεσιών κοινής ωφέλειας = 0,00699 €/kWh
- Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων = 0,00953 €/kWh

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει η τιμή ανά καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το κλιμάκιο 0-800 (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

$$\text{τιμή ανά kWh} = 0,12062 \text{ €/kWh}$$

Επομένως, το πρόσθετο κόστος λόγω της χρέωσης των πάγιων καταναλώσεων υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω:

- Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος =  $(0,1831 - 0,12062) \times 800 = 49,984 \text{ €/4μηνο}$
- Ειδικό τέλος 5‰ =  $49,984 \times 5\text{‰} = 0,2499 \text{ €/4μηνο}$
- ΦΠΑ =  $49,984 \times 13/100 = 6,498 \text{ €/4μηνο}$

Αθροίζοντας τα παραπάνω το πρόσθετο κόστος είναι:

$$\text{Πρόσθετο κόστος} = 56,732 \text{ €/4μηνο (8)}$$

## **9. Υπολογισμός τελικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας**

Αθροίζοντας τις σχέσεις (7) και (8) προκύπτει το τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας με την επιπλέον επιβάρυνση των πάγιων καταναλώσεων:

$$\text{Τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας} = 790,321 \text{ €/4μηνο (9)}$$

Επομένως με βάση τη σχέση (9) προκύπτουν τα κάτωθι:

**Το κόστος ανά ημέρα για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$790,322 / 120 = 6,59 \text{ €/ημέρα}$$

**Το κόστος ανά kWh για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$790,322 / 3456 = 0,229 \text{ €/ kWh (το 4μηνο)}$$

Επομένως, με τη χρήση ημερήσιου τιμολογίου ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013) και ανάλογα με το αν συμπεριλαμβάνεται η επιπλέον επιβάρυνση των πάγιων καταναλώσεων, το κόστος ανά ημέρα (για 6 ώρες λειτουργίας) κυμαίνεται μεταξύ των τιμών **6,11 €/ημέρα και 6,59 €/ημέρα** και το κόστος ανά καταναλισκόμενη ενέργεια (για 6 ώρες λειτουργίας) βρίσκεται μεταξύ **0,212 €/ kWh (το 4μηνο) και 0,229 €/ kWh (το 4μηνο)**.

## Τιμολόγιο Νυχτερινό και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ

Γίνεται η υπόθεση ότι το πάνελ λειτουργεί κατά 50% με το ημερήσιο τιμολόγιο της ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013) και κατά 50% με το νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνης μειωμένης χρέωσης της ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1N με ισχύ από την 1/1/2013).

Επομένως, από τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια 3456 kWh, οι 1728 kWh καταναλώνονται την ημέρα και οι υπόλοιπες 1728 kWh τις ώρες μειωμένου τιμολογίου.

### Παρατήρηση για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας:

Στις 1728 kWh της θέρμανσης προστίθενται άλλες 800 kWh (πάγιες καταναλώσεις) που θα είναι η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στο σπίτι για χρήσεις εκτός θέρμανσης. Επομένως, οι συνολικές kWh (ηλεκτρική ενέργεια) που καταναλώνονται στο σπίτι θα είναι  $1728+800 = 2528$  kWh/ 4μηνο. Συνεπώς, η κατανάλωση τιμολογείται με βάση το κλιμάκιο 2001-3000 kWh που χρεώνει η ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013).

### 1. Υπολογισμός πάγιου κόστους τριφασικής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας

Το πάγιο κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος ημερήσιας κατανάλωσης (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013) για τους 4 μήνες υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- πάγιο τριφασικής παροχής = 4,8 €/4μηνο,
- συμφωνημένη με τη ΔΕΗ τριφασική ισχύς = 28 kVA,
- χρέωση ισχύος για το δίκτυο μεταφοράς = 0,17 €/ kVA \* ΣΙ/έτος,
- χρέωση ισχύος για το δίκτυο διανομής = 0,63 €/ kVA \* ΣΙ/έτος,
- συντελεστής ισχύος ΣΙ = 1

Στο πάγιο αυτό προστίθεται το πάγιο κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος για μειωμένη κατανάλωση που έχει σταθερή τιμή και ισούται με 2 € (τιμολόγιο Γ1N με ισχύ από την 1/1/2013). Τέλος, κάνοντας την υπόθεση ότι κάθε πάγιο (ημερήσιο και νυχτερινό) επιβαρύνει το 50% του κόστους θέρμανσης, το συνολικό πάγιο κόστος θα είναι:

$$\text{Πάγιο κόστος} = [2+4,8 + (0,17 \times 28 + 0,63 \times 28) \times 1 \times 120/365] \times 50\% = 7,082 \text{ €/4μηνο (10)}$$

## 2. Υπολογισμός χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας

Η χρέωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh για το ημερήσιο τιμολόγιο υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις εξής χρεώσεις για το κλιμάκιο 2001-3000 kWh που δίνει η ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

- Ανταγωνιστικές χρεώσεις = 0,10252 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου μεταφοράς = 0,00541 €/kWh
- Λοιπές χρεώσεις δικτύου μεταφοράς = 0,00046 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου διανομής = 0,0203 €/kWh
- Χρεώσεις υπηρεσιών κοινής ωφέλειας = 0,03987 €/kWh
- Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων = 0,00953 €/kWh

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει η τιμή ανά καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το κλιμάκιο 2001-3000 kWh **για το ημερήσιο τιμολόγιο** (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

$$\text{τιμή ανά kWh} = 0,17809 \text{ €/kWh} \quad (11)$$

Η χρέωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh για το νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις εξής χρεώσεις οι οποίες ισχύουν για όλα τα κλιμάκια που δίνει η ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1N με ισχύ από την 1/1/2013):

- Χρέωση = 0,0661 €/kWh
- Λοιπές χρεώσεις δικτύου μεταφοράς = 0,00046 €/kWh
- Χρεώσεις υπηρεσιών κοινής ωφέλειας = 0,00889 €/kWh
- Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων = 0,00953 €/kWh

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει η τιμή ανά καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το κλιμάκιο 2001-3000 kWh **για το νυχτερινό τιμολόγιο και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ** (τιμολόγιο Γ1N με ισχύ από την 1/1/2013):

$$\text{τιμή ανά kWh} = 0,08498 \text{ €/kWh} \quad (12)$$

### **3. Υπολογισμός αξίας ηλεκτρικού ρεύματος**

Η αξία του ηλεκτρικού ρεύματος στο 4μηνο, λαμβάνοντας υπόψη τις σχέσεις (10), (11) και (12) είναι:

Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος = πάγιο κόστος + (τιμή kWh x κατανάλωση του 4μήνου σε kWh)<sub>ημερήσιο τιμολόγιο</sub> + (τιμή kWh x κατανάλωση του 4μήνου σε kWh)<sub>νυχτερινό τιμολόγιο</sub> =  
461,67 €/4μηνο **(13)**

### **4. Υπολογισμός Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης**

$$\text{ΕΦΚ} = 0,0022 \text{ €/kWh} \times 3456 \text{ kWh} = 7,60 \text{ €/4μηνο (14)}$$

### **5. Υπολογισμός Ειδικού Τέλους 5%**

Με τη βοήθεια των σχέσεων (13) και (14) και λαμβάνοντας υπόψη το Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ), το ειδικό τέλος 5% είναι:

Ειδικό τέλος 5% = (Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος + ΕΦΚ - ΕΤΜΕΑΡ x κατανάλωση του 4μήνου σε kWh) x 5% = 2,18 €/4μηνο **(15)**

### **6. Υπολογισμός Φ.Π.Α**

Με τη βοήθεια των σχέσεων (13) και (14) το Φ.Π.Α υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{ΦΠΑ} = (\text{Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος} + \text{ΕΦΚ}) \times 13\% = 61,01 \text{ €/4μηνο (16)}$$

### **7. Υπολογισμός κόστους ηλεκτρικής ενέργειας**

Αθροίζοντας τις σχέσεις (13), (14), (15) και (16) το τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

$$\text{Τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας} = 532,46 \text{ €/4μηνο (17)}$$

**Άρα το κόστος ανά ημέρα για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$532,46 / 120 = 4,44 \text{ €/ημέρα}$$

**Το κόστος ανά kWh για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$532,46 / 3456 = 0,154 \text{ €/ kWh (το 4μηνο)}$$

**Παρατήρηση:** Επειδή ενδέχεται να υπάρξει μια επιβάρυνση στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της χρέωσης των επιπλέον καταναλώσεων, ακολουθούν οι παρακάτω πρόσθετοι υπολογισμοί που θα οδηγήσουν σε αύξηση του τελικού ημερήσιου κόστους (€/ημέρα) και του τελικού κόστους ανά καταναλισκόμενη ενέργεια (€/ kWh το 4μηνο).

#### **8. Υπολογισμός πρόσθετου κόστους εκτός των πάγιων καταναλώσεων**

Αν δε ληφθούν υπόψη οι επιπλέον καταναλώσεις για θέρμανση, η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (πάγιες καταναλώσεις = 800 kWh) θα τιμολογούνταν στο κλιμάκιο 0-800 της ΔΕΗ (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013) στο οποίο η χρέωση υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- Ανταγωνιστικές χρεώσεις = 0,07793 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου μεταφοράς = 0,00541 €/kWh
- Λοιπές χρεώσεις δικτύου μεταφοράς = 0,00046 €/kWh
- Χρεώσεις ενέργειας δικτύου διανομής = 0,0203 €/kWh
- Χρεώσεις υπηρεσιών κοινής ωφέλειας = 0,00699 €/kWh
- Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων = 0,00953 €/kWh

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει η τιμή ανά καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το κλιμάκιο 0-800 (τιμολόγιο Γ1 με ισχύ από την 1/1/2013):

$$\text{τιμή ανά kWh} = 0,12062 \text{ €/kWh}$$

Επομένως το πρόσθετο κόστος λόγω της χρέωσης των πάγιων καταναλώσεων υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω:

- Αξία του ηλεκτρικού ρεύματος =  $(0,17809 - 0,12062) \times 800 = 45,976 \text{ €/4μηνο}$
- Ειδικό τέλος 5% =  $45,976 \times 5\% = 0,2299 \text{ €/4μηνο}$
- ΦΠΑ =  $45,976 \times 13/100 = 5,977 \text{ €/4μηνο}$



Αθροίζοντας τα παραπάνω το πρόσθετο κόστος είναι:

$$\text{Πρόσθετο κόστος} = 52,183 \text{ €/4μηνo (18)}$$

## **9. Υπολογισμός τελικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας**

Αθροίζοντας τις σχέσεις (17) και (18) προκύπτει το τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας:

$$\text{Τελικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας} = 584,643 \text{ €/4μηνo (19)}$$

Επομένως με βάση τη σχέση (19) προκύπτουν τα κάτωθι:

**Το κόστος ανά ημέρα για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$586,643 / 120 = 4,87 \text{ €/ημέρα}$$

**Το κόστος ανά kWh για 6 ώρες λειτουργίας είναι:**

$$584,643 / 3456 = 0,169 \text{ €/ kWh (το 4μηνo)}$$

Επομένως, με τη χρήση νυχτερινού τιμολογίου και ζώνης μειωμένης χρέωσης ΔΕΗ κατά 50% και ημερήσιου τιμολογίου ΔΕΗ κατά 50% και ανάλογα με το αν συμπεριλαμβάνεται η επιπλέον επιβάρυνση των πάγιων καταναλώσεων, το **κόστος ανά ημέρα (για 6 ώρες λειτουργίας) κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 4,44 €/ημέρα και 4,87 €/ημέρα** και το **κόστος ανά καταναλισκόμενη ενέργεια (για 6 ώρες λειτουργίας) βρίσκεται μεταξύ 0,154 €/ kWh (το 4μηνo) και 0,169 €/ kWh (το 4μηνo).**