**ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ Α**

***Άσκηση 1.*** *( Εξοικονόμηση Ενέργειας λόγω στεγανοποίησης ανοιγμάτων)*

Σε ένα εμπορικό κατάστημα στην Αθήνα µε θερμαινόμενο όγκο 1600 m3 έχουμε 2 εναλλαγές αέρα ανά ώρα. Να υπολογιστεί η εξοικονόμηση ενέργειας που θα προέλθει από τις διάφορες εργασίες στεγανοποίησης στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου οι οποίες θα μειώσουν την διέλευση του αέρα κατά 60%. Η θέρμανση του καταστήματος γίνεται µε καυστήρα πετρελαίου µε βαθµό απόδοσης n = 0,8. (Δίνονται: DDh = 1.228 Κ.d , Cp=1004,5 J/Kg °k , ρ=1,2 Kg/ m3)

***Λύση:***

ΔΕ = Ε πριν – Ε μετά =>

ΔΕ = (Cp x ρ x Vπ x DDh x 24) - (Cp x ρ x Vμ x DDh x 24) =>

ΔΕ = Cp x ρ x DDh x 24 (Vπ - Vμ) =>

ΔΕ = 1004.5 J/kg.K x 1.2 kg/m3 x 1228 K.d x 24 h/d x(3200-1280)m3/h =>

**ΔΕωφέλιμο = 6.82 x 1010 J = 6.82x107 kJ**

**ΔΕΠροσδιδόμενο = ΔΕωφέλιμο/n = 6.82 x 107/0.8 = 8.52x107 kJ**

Επειδή όμως :

1kWh = 1kJ/s x 3.600s = 3.600kJ

Άρα:

**ΔΕΠροσδιδόμενο = 8.52 x 107 kJ/ 3600kJ/kWh = 23.672 kWh**

***Άσκηση 2****. ( Εξοικονόμηση Ενέργειας λόγω μόνωσης οροφής )*

Μια αποθήκη έχει αµόνωτη μεταλλική οροφή επιφάνειας F=400m2 και βρίσκεται στην Πάτρα. Η θέρμανση γίνεται µε ηλεκτρικό σύστημα µε βαθμό απόδοσης n = 1 και ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής είναι Umπ=1,44 w/m2 Κ. Να υπολογιστεί η εξοικονόμηση της ενέργειας (ΔΕ) αν η οροφή μονωθεί, και ο συντελεστής θερμοπερατότητας γίνει Umµ=0,40 w/m2 Κ. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης στην Πάτρα είναι: DDh=1.207.

***Λύση:***

ΔΕωφέλιμο = Ε πριν – Ε μετά = F x DDh x 24 (Umπριν - Umμετά) =>

ΔΕωφέλιμο = 400m2 x 1207 Κ.d x 24 h/d x (1.44 – 0.4) W/m2K = 12.050.658 Wh = **12.051 kWh**

ΔΕΠροσδιδόμενο = ΔΕωφέλιμο /n και επειδή εδώ n=1 είναι τελικά και

**ΔΕΠροσδιδόμενο = 12.051 kWh**

***Άσκηση 3****. (Αλλαγή Λέβητα με άλλον με καλύτερο β.α.).*

Σε τριώροφη οικοδομή υπάρχει παλαιός Λέβητας με βαθμό απόδοσης η1 = 69% και κατανάλωση 8.000 **L/έτος** . Να υπολογιστεί ο χρόνος απόσβεσης ( ΑΠΑ) της επένδυσης των 3.000 ΕΥΡΩ που απαιτείται για την αγορά νέου λέβητα ο οποίος θα δουλεύει με η2 = 90% . Δίδεται η τιμή καυσίμου τκ = 1,4 €/l .

***Λύση:***

Και επειδή θα έχω

Διαιρώντας κατά μέλη τις παραπάνω εξισώσεις θα έχω τελικά (μετά τις απλοποιήσεις)

Άρα Κ.Ε.Ο.Ο. = (8.000 – 6.133)lt Χ 1,4 € / lt = 2.613,8 € και

***Άσκηση 4****. (Αλλαγή Λέβητα και τύπου καυσίμου).*

Ένας βιομηχανικός Λέβητας καταναλώνει V1=**2.000.000 L/έτος** καύσιμο ελαφρύ μαζούτ και έχει βαθμό απόδοσης η1 = 80%. Να υπολογιστεί η Εξοικονόμηση Ενέργειας , το Ετήσιο Οικονομικό Όφελος που προκύπτει , καθώς και η Α.Π.Α. και η Ε.Π.Α. της επένδυσης , αν αντικατασταθεί με Λέβητα Φυσικού Αερίου (ΦΑ). Το κόστος της αντικατάστασης ανέρχεται σε AKE= 80.000 ΕΥΡΩ και ο βαθμός απόδοσης του νέου Λέβητα ΦΑ θα είναι η2 = 77%.

Δίδονται:

* Θερμογόνος δύναμη ελαφρύ μαζούτ Ηκ = 41.868 KJ/ Kg (11,63 kWh/Kg )
* Πυκνότητα ελαφρύ μαζούτ ρ = 0,90 Kg / L.
* Κόστος καυσίμου ελαφρύ μαζούτ τκ1 = 0,27 **€ / L**
* (Θερμικό) Κόστος καυσίμου Φυσικού Αερίου τκ2 = 0,0054 **€ / MJ**
* Αποπληθωρισμένο επιτόκιο δανεισμού r = 5 %

**Για τον Λέβητα 1** θα έχουμε :

=6,089\*10^7/3,6 Kwh=16.981.088 Kwh

**Για τον Λέβητα 2** , και με δεδομένο ότι ισχύει αφού έχουμε τις ίδιες απαιτήσεις στις καταναλώσεις μας (πριν και μετά) θα ισχύει:

Οι ετήσιες Ενεργειακές Δαπάνες μας διαμορφώνονται ως εξής λοιπόν.

και

Άρα το Ετήσιο Οικονομικό όφελος που προκύπτει είναι :

Επομένως

Και

***Άσκηση 5.*** *(* *Εξοικονόμηση Ενέργειας λόγω μόνωσης σωλήνα )*

**Χαλκοσωλήνας** δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) σε ξενοδοχείο, διαμέτρου **Φ 54** , **μήκους 250 m** , βρίσκεται αμόνωτος μέσα σε χώρο θερμοκρασίας **Ta =20 οC**. Το ζεστό νερό έχει θερμοκρασία **Τi = 60 οC,** ενώ η εγκατάσταση λειτουργεί **16 ώρες / ημέρα, επί 220 ημέρες** το χρόνο.

Α. Να βρεθεί η θερμότητα που εξοικονομείται, ( για όλο το μήκος του Σωλήνα **σε W**) καθώς και η Ετήσια Εξοικονομούμενη Ενέργεια (Ε.Ε.Ε.) για όλες τις ώρες λειτουργίας του Σωλήνα ( **σε Kwh**) αν ο σωλήνας μονωθεί με υλικό που έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας 0,040 W/mK **και πάχος 21mm**.

Β. Το ζεστό νερό παράγεται σε θερμαντήρες ( μπόιλερ) που θερμαίνονται με ζεστό νερό από λέβητα και καυστήρα πετρελαίου . Αν η όλη εγκατάσταση λειτουργεί με βαθμό απόδοσης 85% και το πετρέλαιο κοστίζει 1,30 € / Lt, να υπολογιστεί i) Πόση λιγότερη ποσότητα πετρελαίου θα καταναλώνει το ξενοδοχείο, λόγω της θερμομόνωσης? Και ii) **το ετήσιο οικονομικό όφελος** λόγω της θερμομόνωσης.

Γ. Αν η θερμομόνωση κοστίζει 12 €/m . Να υπολογιστεί η απλή περίοδος αποπληρωμής και για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις Β και Γ.

Σημ. Να χρησιμοποιηθεί ο Πίνακας 4.8 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (ΚΕΝΑΚ)

**Λύση**

**Πίνακας 4.8.** Γραμμική θερμική μετάδοση ψd [W/(m.K)] για χαλκοσωλήνες.

|  |  |
| --- | --- |
| **Εξωτερική διάμετρος****[mm]** | **Γραμμική θερμική μετάδοση (ψd) σε W/(m·K)** |
| **Χωρίς μόνωση** | **Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20oC]** |
| **9** | **11** | **13** | **19** | **21** | **25** | **32** | **42** | **54** |
| 15 | 0,30 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 |
| 18 | 0,52 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,11 |
| 22 | 0,59 | 0,25 | 0,24 | 0,22 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,13 |
| 28 | 0,72 | 0,28 | 0,26 | 0,25 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,14 |
| 35 | 0,87 | 0,33 | 0,31 | 0,29 | 0,25 | 0,24 | 0,22 | 0,20 | 0,18 | 0,15 |
| 42 | 1,00 | 0,37 | 0,34 | 0,32 | 0,28 | 0,27 | 0,25 | 0,22 | 0,20 | 0,17 |
| **54** | **1,22** | 0,42 | 0,39 | 0,37 | 0,32 | **0,31** | 0,28 | 0,25 | 0,22 | 0,19 |
| 64 | 1,44 | 0,47 | 0,44 | 0,41 | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,28 | 0,25 | 0,21 |
| 76 | 1,62 | 0,54 | 0,50 | 0,47 | 0,41 | 0,39 | 0,36 | 0,32 | 0,28 | 0,23 |
| 89 | 1,82 | 0,61 | 0,57 | 0,54 | 0,46 | 0,44 | 0,40 | 0,36 | 0,31 | 0,26 |
| 108 | 2,07 | 0,69 | 0,65 | 0,61 | 0,52 | 0,50 | 0,46 | 0,40 | 0,35 | 0,29 |
| 133 | 2,38 | 0,78 | 0,73 | 0,69 | 0,59 | 0,57 | 0,52 | 0,46 | 0,40 | 0,33 |
| 159 | 2,75 | 0,91 | 0,85 | 0,80 | 0,69 | 0,66 | 0,60 | 0,53 | 0,46 | 0,37 |
| 219 | 3,64 | 1,22 | 1,14 | 1,07 | 0,91 | 0,86 | 0,79 | 0,69 | 0,59 | 0,48 |
| 267 | 4,28 | 1,45 | 1,35 | 1,27 | 1,07 | 1,02 | 0,94 | 0,82 | 0,70 | 0,56 |

Από τον Πίνακα 4.8 της ΤΟΤΕΕ 20701-1

Για τον αμόνωτο (πριν) σωλήνα Φ54 , έχουμε

**qπριν = 1,22 W/mK**

ενώ για τον μονωμένο (μετά) σωλήνα Φ54 , **με μόνωση πάχους 21 mm** έχουμε

**qμετά = 0,31 W/mK**

Εξ άλλου Οι απώλειες ανά τρέχον μέτρο του δικτύου διανομής θέρμανσης / ψύξης QΣ [W/m], εκτός από την γραμμική θερμική μετάδοση ψd [W/(m.K)], εξαρτώνται κυρίως από τη θερμοκρασία του χώρου διέλευσης [Tα] και τη θερμοκρασία του μέσου διανομής στο δίκτυο [Τi] και δίνονται από τη σχέση

**QΣ = ψd \* ( Ti – Ta)**

Επομένως

QΣπριν = qπριν x ( 60 – 20 )K = 1,22 W/mK x 40 K = **48.8 W/m**

QΣμετά = qμετά x ( 60 – 20 )K = 0,31 W/mK x 40 K = **12.4 W/m**

**Και οι συνολικές απώλειες για όλο τον Σωλήνα ( μήκους 250 m ) γίνονται**

**Qπριν** = QΣπριν \* L = 48.8 W/m \* 250 m = **12.200 W**

**Qμετά** = QΣμετά \* L = 12.4 W/m \* 250 m = **3.100 W**

Άρα με τη ΜΟΝΩΣΗ εξοικονομούμε συνολικά (και για τα 250 m σωλήνα) ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥ ίση με

**ΔQ = Qπριν – Qμετά = 12.200 – 3.100 = 9.100 W**

**Ενώ για την ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ έχουμε αντίστοιχα**

Επριν/(αμόνωτη)= **12.200 W** x (16 h/d x 220 d/(y) )=12.200 W x 3.520 h/(y) = **42.944.000 Wh**/(y) **= 42.944 KWh** /(y)

Εμετά/(μονωμένη) = **3.100 W** x (16 h/d x 220 d/(y) )= 3.100 W x 3.520 h/(y) **= 10.912.000** **Wh** /(y) = **10.912 KWh** /(y)

Άρα, **Ετήσια Εξοικονομούμενη Ενέργεια Ε.Ε.Ε.** = Ε πριν - Εμετά = 42.944 – 10.912 = **32.032 ΚWh / (y)**

Η Ετήσια Εξοικονομούμενη Ενέργεια θα μπορούσε να βρεθεί και απ’ ευθείας όπως παρακάτω.

**E.E.E = ΔQ x t** = 9.100 W x 3.520 h/(y) = **32.032.000 Wh** / (y) **= 32.032 KWh** / (y)

Ερώτημα Β

ηλέβητα, πριν = (Ε πριν/(αμόνωτη))/(mf ,πρινx Hu) => mf, πριν = (Ε πριν/(αμόνωτη))/(ηλέβητα x Hu)

mf, πριν = ( **42.944** KWh/(y) ) / (0,85 x 10,1 KWh/lt) = **5.002,2 lt**/(year)

ηλέβητα,μετά = ( Εμετά/(µονωμένη))/(mf x Hu) => mf,μετά = (Εμετά/(µονωμένη))/(ηλέβητα x Hu)

mf,μετά = ( **10.912** KWh/(y) ) / (0.85 x 10,1 KWh/lt) = **1271,1 lt**/(year)

Άρα το κέρδος στην κατανάλωση καυσίμου είναι Δmf = mf, πριν - mf,μετά = **5.002,2 - 1.271,1** = **3.731,1** **lt**/(year)

Το κέρδος στην κατανάλωση καυσίμου, μπορεί να βρεθεί και απ’ ευθείας όπως παρακάτω.

ηλέβητα = (Ε.Ε.Ε.εγκατασταση)/(Δmf x Hu) => Δmf = (Ε.Ε.Ε. εγκατάσταση)/(λέβητα x Hu)

Δmf = ( 32.032 KWh / (y) ) / (0.85 x 10,1 KWh / lt) = **3.731,1 lt**/(year)

Άρα

**E.O.O** (θερ/νσης)= Δmf x Κόστος πετρελαίου = 3.731,1 lt \* 1,3 € / lt = **4.850,4 €**

Ερώτημα Γ

A.K.E = 250 m x 12 €/m = 3.000 €

Α.Π.Α(θερ/σης) = ΑΚΕ / ΕΟΟ = 3.000 / 4.850,4 = **0,418 Έτη**

***~~Άσκηση 5α.~~****~~(~~**~~Εξοικονόμηση Ενέργειας λόγω μόνωσης σωλήνα )~~*

~~Χαλκοσωλήνας δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) σε ξενοδοχείο, διαμέτρου (~~**~~1 ½”) Φ42~~** ~~, μήκους 50 m , βρίσκεται~~ **~~αμόνωτος~~** ~~μέσα σε χώρο θερμοκρασίας 20~~ ~~ο~~~~C. Το ζεστό νερό έχει θερμοκρασία 70~~ ~~ο~~~~C, ενώ η εγκατάσταση λειτουργεί 18 ώρες / ημέρα, επί 220 ημέρες το χρόνο.~~

~~Α. Να βρεθεί η θερμότητα που εξοικονομείται (στη μονάδα του χρόνου, δηλ. η θερμική ισχύς), αν ο σωλήνας μονωθεί με υλικό που έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας~~ **~~λ=0,037 Kcal/hm~~~~2~~~~C και πάχος 30 mm~~**~~.~~

~~Β. Το ζεστό νερό παράγεται σε θερμαντήρες ( μπόϊλερ) που θερμαίνονται με ζεστό νερό από λέβητα και καυστήρα πετρελαίου ντίζελ. Αν η όλη εγκατάσταση λειτουργεί με βαθμό απόδοσης 79% και το πετρέλαιο κοστίζει 0,80 € / Lt, να υπολογιστεί το ετήσιο οικονομικό όφελος λόγω της θερμομόνωσης.~~ **~~Πόση λιγότερη ποσότητα πετρελαίου θα καταναλώνει το ξενοδοχείο, λόγω της θερμομόνωσης?~~**

~~Γ. Αν το ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) παραγόταν σε ηλεκτρικούς θερμαντήρες, με ηλεκτρικές αντιστάσεις κατάλληλης ισχύος, να υπολογιστεί το ετήσιο οικονομικό όφελος λόγω της θερμομόνωσης, γνωρίζοντας ότι το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι i) 0,075 €/Kwh ή ii) 0,15 €/Kwh . (Υποθέστε βαθμό απόδοσης μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική 100%).~~

~~Δ. Η θερμομόνωση κοστίζει 12 €/m . Να υπολογιστεί η απλή περίοδος αποπληρωμής και για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις Β και Γ.~~

~~Ε. Πόσο έπρεπε να κοστίζει στην επιχείρηση η KWh ηλεκτρικής ενέργειας , ώστε οι δύο χρόνοι αποπληρωμής να ήταν ίσοι?~~

~~Ερώτημα Α~~

~~Από διάγραμμα 3-4 ( ΔΕΝ ΤΟ ΕΧΕΤΕ)~~

~~Qπριν = Qiπριν x L = 85,76 W/m x 50 m =~~ ~~4.288 W~~

~~Qμετά = Q~~**~~l~~**~~μετά x L = 13,26 W/m x 30 m = 663 W~~

**~~ΔQ = Qπριν – Qμετά = 4.288 – 663 = 3.625 W~~**

~~Ε~~~~πριν/(αμόνωτη)~~~~=~~ ~~4.288 W x (18 h/d x 220 d/(y) )=4.288W x 3.960 h/(y)=~~**~~16.980.480 Wh~~**~~/(y)~~ **~~= 16.980,48 KWh~~** ~~/(y)~~

~~Ε~~~~μετά/(μονωμένη)~~ ~~= 663 W x (18 h/d x 220 d/(y) )= 663 W x 3.960 h/(y)~~ **~~= 2.625.480~~****~~Wh~~** ~~/(y) =~~ **~~2.625,48 KWh~~** ~~/(y)~~

~~Άρα, Ετήσια Εξοικονομούμενη Ενέργεια Ε.Ε.Ε. = Ε~~ ~~πριν~~ ~~- Ε~~~~μετά~~ ~~= 16.980.480 – 2.625.480 =~~ **~~14.355.000 Wh / (y) = 14.355 KWh / (y)~~**

~~Η Ετήσια Εξοικονομούμενη Ενέργεια θα μπορούσε να βρεθεί και απ’ ευθείας όπως παρακάτω.~~

~~E.E.E = ΔQ x t = 3.625 W x 3.960 h/(y) =~~ **~~14.355.000 Wh~~** ~~/ (y)~~ **~~= 14.355 KWh~~** ~~/ (y)~~

~~Ερώτημα Β~~

~~η~~~~λέβητα, πριν~~ ~~= (Ε~~ ~~πριν/(αμόνωτη)~~~~)/(m~~~~f ,πριν~~~~x Hu) => m~~~~f, πριν~~ ~~= (Ε~~ ~~πριν/(αμόνωτη)~~~~)/(η~~~~λέβητα~~ ~~x Hu)~~

~~m~~~~f, πριν~~ ~~= ( 16.980,48 KWh/(y) ) / (0,79 x 10,3 KWh/lt) =~~ **~~2.086,82 lt~~**~~/(year)~~

~~η~~~~λέβητα,μετά~~ ~~= ( Ε~~~~μετά/(µονωμένη)~~~~)/(m~~~~f~~ ~~x Hu) => m~~~~f,μετά~~ ~~= (Ε~~~~μετά/(µονωμένη)~~~~)/(η~~~~λέβητα~~ ~~x Hu)~~

~~m~~~~f,μετά~~ ~~= ( 2.625,48 KWh/(y) ) / (0.79 x 10,3 KWh/lt) =~~ **~~322,66 lt~~**~~/(year)~~

~~Άρα το κέρδος στην κατανάλωση καυσίμου είναι Δm~~~~f~~ ~~= m~~~~f, πριν~~ ~~- m~~~~f,μετά~~ ~~=2.086,82-322,66 =~~ **~~1.764,16~~****~~lt~~**~~/(year)~~

~~Το κέρδος στην κατανάλωση καυσίμου, μπορεί να βρεθεί και απ’ ευθείας όπως παρακάτω.~~

~~η~~~~λέβητα~~ ~~= (Ε.Ε.Ε.~~~~εγκατασταση~~~~)/(Δm~~~~f~~ ~~x Hu) => Δm~~~~f~~ ~~= (Ε.Ε.Ε.~~ ~~εγκατάσταση~~~~)/(λ~~~~έβητα~~ ~~x Hu)~~

~~Δm~~~~f~~ ~~= ( 14.355 KWh / (y) ) / (0.79 x 10,3 KWh / lt) =~~ **~~1.764,16 lt~~**~~/(year)~~

~~Άρα~~

**~~E.O.O~~**~~(θερ/νσης)~~~~= Δm~~~~f~~ ~~x Κόστος πετρελαίου = 1.764,16 lt \* 0,8 € / lt =~~ **~~1.411,3 €~~**

~~Ερώτημα Γ~~

~~η~~~~ηλεκτρ~~ ~~= Q~~~~ωφέλιμο~~~~/Ε~~~~προσφερόμενο~~ ~~και επειδή η~~~~ηλεκτρ~~ ~~= 1 => Ε~~~~προσφερομενο~~ ~~= Q~~~~ωφέλιμο~~

~~Η~~ **~~Ε~~**~~τήσια~~ **~~Ε~~**~~ξοικονομούμενη~~ **~~Ε~~**~~νέργεια (προσφερόμενη από το δίκτυο) λοιπόν θα ισούται με την Ε.Ε.Ε. στην κατανάλωση (ωφέλιμη) δηλ θα είναι =~~ **~~14.355 KWh~~**

1. ~~E.O.O.~~~~(ηλεκτρικό)1~~ ~~= 14.355 x 0.075~~ **~~= 1.076,6 €~~**
2. ~~E.O.O.~~~~(ηλεκτρικό)2~~ ~~= 13.816 x 0.15~~ **~~= 2.153,3 €~~**

~~Ερώτημα Δ~~

~~A.K.E = 50 m x 12 €/m = 600 €~~

~~Α.Π.Α~~~~(θερ/σης)~~ ~~= ΑΚΕ / ΕΟΟ = 600 / 1.411,3 =~~ **~~0,425 Έτη~~**

~~A.K.E = 50 m x 12 €/m = 600 €~~

~~Α.Π.Α~~~~(ηλεκ/κης)1~~ ~~= ΑΚΕ / ΕΟΟ = 600 / 1.076,6 =~~ **~~0,557 Έτη~~**

~~A.K.E = 50 m x 12 €/m = 600 €~~

~~Α.Π.Α~~~~(ηλεκ/κης)2~~ ~~= ΑΚΕ / ΕΟΟ = 600 / 2.153,3 =~~ **~~0,278 Έτη~~**

~~Ερώτημα Ε~~

~~Εύκολο…..Απαντήστε το εσείς…~~

***Άσκηση 6****. Εξοικονόμηση Ενέργειας λόγω μόνωσης οροφής με διάφορα πάχη και β.α.*

Μια Κατοικία που βρίσκεται στο Ηράκλειο της Κρήτης έχει αµόνωτη οροφή επιφάνειας Α = 620m2 και ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής είναι Uπ=2.60 W/m2 Κ. Η θέρμανση γίνεται µε λέβητα κεντρικής θέρμανσης µε βαθμό απόδοσης n = 0.85 Να υπολογιστεί η Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΔΕ) αν η οροφή μονωθεί, με 4 διαφορετικά πάχη μονωτικού υλικού ( 5, 6, 7 και 8 cm / σενάρια) και ο συντελεστής θερμοπερατότητας γίνει Uµ=0.70 , 0.60 , 0.52 και 0.46 /Wm2 Κ (για κάθε αντίστοιχο πάχος μονωτικού). Οι βαθμοημέρες θέρμανσης στο Ηράκλειο είναι: DDh=782.

**Σημ. Να επιλυθεί το ίδιο παράδειγμα, με λέβητα με β.α. η=0.70**

|  |  |
| --- | --- |
| ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ | ΚΑΤΟΙΚΙΑ |
| ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ | ΗΡΑΚΛΕΙΟ  |
| ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΛΟΓΩ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ |
| **n = 0,85** |
| **ΔΕΔΟΜΕΝΑ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ** |
| Εμβαδόν στέγης (οροφής) (A) | **620** | **620** | **620** | **620** | m2 |
| Συντ. θερμοπερατότητας πριν (Uπ) | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 | W/m2K |
| Συντ. θερμικής αγωγιμότη-τας μόνωσης (λ) | 0.041 | 0.041 | 0.041 | 0.041 | W/m2K |
| Πάχος μόνωσης (δ) | **0.05** | **0.06** | **0.07** | **0.08** | m |
| Συντ. θερμοπερατότητας μετά (Uμ) | **0.7** | **0.6** | **0.52** | **0.46** | W/m2K |
| Βαθμοημέρες θέρμανσης ( DDh) το έτος | 782 | 782 | 782 | 782 | K.d |
| Βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης (n) | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | --- |
| Ε, πριν = (Uπ\*A\*DD\*24) / (n\*1000) σε (KWh) | 35,593 | 35,593 | 35,593 | 35,593 | Kwh/έτος |
| Ε, μετά = (Κμ\*F\*DD\*24) / (n\*1000) σε (KWh) | 9,583 | 8,214 | 7,119 | 6,297 | Kwh/έτος |
| Μείωση ενεργειακών απωλειών ΔΕ=Ε,πριν-Ε,μετά | **26,010** | **27,379** | **28,474** | **29,296** | Kwh/έτος |
|   |  |  |  |  |   |
| Κόστος Ενέργειας-Θερμ. (Ρ) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | €/Kwh |
| Συνολικό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος [ΕΟΟ] | **2,601.02** | **2,737.92** | **2,847.44** | **2,929.57** | € |
|  |  |  |  |  |  |
| Μοναδιαίο κόστος μόνωσης | 22 | 26 | 30 | 35 | €/m2 |
| Συνολικό κόστος μόνωσης [ΑΚΕ] | **13,640** | **16,120** | **18,600** | **21,700** | € |
|  |  |  |  |  |  |
| Απλή περίοδος αποπληρωμής [ΑΠΑ] | 5.2 | 5.9 | 6.5 | 7.4 | Έτη |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ | ΚΑΤΟΙΚΙΑ |   |   |   |   |
| ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ | ΗΡΑΚΛΕΙΟ |  |  |  |   |
| ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΛΟΓΩ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ |
| **n = 0,70** |
| **ΔΕΔΟΜΕΝΑ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ** |
| Εμβαδόν στέγης (οροφής) (A) | **620** | **620** | **620** | **620** | m2 |
| Συντ. θερμοπερατότητας πριν (Uπ) | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 | W/m2K |
| Συντ. θερμικής αγωγιμότη-τας μόνωσης (λ) | 0.041 | 0.041 | 0.041 | 0.041 | W/m2K |
| Πάχος μόνωσης (δ) | **0.05** | **0.06** | **0.07** | **0.08** | m |
| Συντ. θερμοπερατότητας μετά (Uμ) | **0.7** | **0.6** | **0.52** | **0.46** | W/m2K |
| Βαθμοημέρες θέρμανσης ( DDh) το έτος | 782 | 782 | 782 | 782 | K.d |
| Βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης (n) | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | --- |
| Ε, πριν = (Uπ\*A\*DD\*24) / (n\*1000) σε (KWh) | 43,220 | 43,220 | 43,220 | 43,220 | Kwh/έτος |
| Ε, μετά = (Κμ\*F\*DD\*24) / (n\*1000) σε (KWh) | 11,636 | 9,974 | 8,644 | 7,647 | Kwh/έτος |
| Μείωση ενεργειακών απωλειών ΔΕ=Ε,πριν-Ε,μετά | **31,584** | **33,246** | **34,576** | **35,573** | Kwh/έτος |
|  |  |  |  |  |   |
| Κόστος Ενέργειας -Θερμικής (Ρ) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | €/Kwh |
| Συνολικό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος [ΕΟΟ] | **3,158.39** | **3,324.62** | **3,457.60** | **3,557.34** | € |
|  |  |  |  |  |  |
| Μοναδιαίο κόστος μόνωσης | 22 | 26 | 30 | 35 | €/m2 |
| Συνολικό κόστος μόνωσης [ΑΚΕ] | **13,640** | **16,120** | **18,600** | **21,700** | € |
|  |  |  |  |  |  |
| Απλή περίοδος αποπληρωμής [ΑΠΑ] | 4.3 | 4.8 | 5.4 | 6.1 | Έτη |
|   |  |  |  |  |   |
|  |  |  |  |  |  |

***Άσκηση 7****. Εξοικονόμηση Ενέργειας στο παράδειγμα της ΔΑΙΔΑΛΟΥ*

Μια Κατοικία βρίσκεται στο Ηράκλειο της Κρήτης και τα κατασκευαστικά και θερμοτεχνικά της χαρακτηριστικά είναι δεδομένα (παρουσιάζονται και εξηγούνται επαρκώς στη θεωρία του μαθήματος) και όπου χρειάζεται υπολογίζονται σύμφωνα με τη μεθοδολογία του ΚΕΝΑΚ (2017).

Να **υπολογιστεί με τη μέθοδο των βαθμοημερών θέρμανσης (Β.Η.Θ)** i) η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά m2 δαπέδου και ii) η ετήσια κατανάλωση σε lt πετρελαίου α) για την κατοικία «ως έχει» (δηλ. αμόνωτη, κατασκευή πριν το 1980) και β) αν μονωθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ ( έκδοση 2017). Να υπολογιστεί τέλος η ενέργεια που εξοικονομούμε (ΔΕ) με την μόνωση, καθώς και η εξοικονομούμενη ποσότητα πετρελαίου

Η θέρμανση γίνεται µε λέβητα κεντρικής θέρμανσης µε βαθμό απόδοσης n = 0.905.

|  |
| --- |
| **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ( πριν και μετά από Μόνωση Τοίχων & αντικατάσταση κουφωμάτων )** |
|
| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΤΗΣΙΩΣ Ε = Em + Ea |
| **ΠΡΙΝ** |  | **ΜΕΤΑ** |
| **Υπολογιμός Um,πριν** |   | **Υπολογιμός Um, μετά** |
|  | **Α (m2)** | **U (W/m2K)** | **Συντ. Διόρθ. (ΣΔ)** | **U\*A\*(ΣΔ) (W/K)** |  |  | **Α (m2)** | **U (W/m2K)** | **Συντ. Διόρθ. (ΣΔ)** | **U\*A\*(ΣΔ) (W/K)** |
| **ΤΟΙΧΟΙ** |   |  |   |   |   | **ΤΟΙΧΟΙ** |   |  |   |   |
| **Ανατολικά** |   |  |   |   |   | **Ανατολικά** |   |  |   |   |
| Μπαλκονόπορτα(Α1) | 3.84 | **5.95** | 1.00 | 22.82 |   | Μπαλκονόπορτα(Α1) | 3.84 | **3.20** | 1.00 | 12.27 |
| Μπαλκονόπορτα(Α2) | 3.91 | **5.97** | 1.00 | 23.33 |   | Μπαλκονόπορτα(Α2) | 3.91 | **3.20** | 1.00 | 12.50 |
| Μπαλκονόπορτα(Α3) | 3.82 | **5.95** | 1.00 | 22.72 |   | Μπαλκονόπορτα(Α3) | 3.82 | **3.20** | 1.00 | 12.22 |
| Παράθυρα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |   | Παράθυρα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |
| Τοίχος | 23.82 | **3.27** | 1.00 | 77.89 |   | Τοίχος | 23.82 | **0.60** | 1.00 | 14.29 |
| Μεσοτοιχία | **0.00** |  | **0.50** |   |   | Μεσοτοιχία | **0.00** |  | **0.50** |   |
| **Νότια** |   |  |   |   |   | **Νότια** |   |  |   |   |
| Μπαλκονόπορτα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |   | Μπαλκονόπορτα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |
| Παράθυρα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |   | Παράθυρα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |
| Τοίχος | 3.81 | **2.38** | 1.00 | 9.07 |   | Τοίχος | 3.81 | **0.60** | 1.00 | 2.29 |
| Μεσοτοιχία | **0.00** |  | **0.50** | 0.00 |   | Μεσοτοιχία | **0.00** |  | **0.50** | 0.00 |
| **Δυτικά** |   |  |   |   |   | **Δυτικά** |   |  |   |   |
| Εξώπορτα | 2.05 | **3.50** | 1.00 | 7.18 |   | Εξώπορτα | 2.05 | **3.20** | 1.00 | 6.57 |
| Παράθυρα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |   | Παράθυρα | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |
| Τοίχος | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |   | Τοίχος | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |
| Μεσοτοιχία | **11.00** | **2.08** | **0.50** | 11.44 |   | Μεσοτοιχία | **11.00** | **0.60** | **0.50** | 3.30 |
| **Βόρεια** |   |  |   |   |   | **Βόρεια** |   |  |   |   |
| Μπαλκονόπορτα(Β2) | **2.58** | **5.92** | 1.00 | 15.25 |   | Μπαλκονόπορτα( Β2) | **2.58** | **3.20** | 1.00 | 8.24 |
| Παράθυρα (Π6-Β1) | **0.75** | **6.01** | 1.00 | 4.50 |   | Παράθυρα (Π6-Β1) | **0.75** | **3.20** | 1.00 | 2.39 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Τοίχος (Β1) | 9.56 | **2.38** | 1.00 | 22.76 |   | Τοίχος (Β1) | 9.56 | **0.60** | 1.00 | 5.74 |
| Τοίχος (Β2) | 8.10 | **3.28** | 1.00 | 26.56 |   | Τοίχος (Β2) | 8.10 | **0.60** | 1.00 | 4.86 |
| Β-Προβολοι | 2.44 | **3.40** | 1.00 | 8.30 |   | Β-Προβολοι | 2.44 | **0.60** | 1.00 | 1.46 |
| Μεσοτοιχία | **0.00** |  | **0.50** | 0.00 |   | Μεσοτοιχία | **0.00** |  | **0.50** | 0.00 |
|   |  |  |  |   |   |   |  |  |  |   |
| **ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ** |  |  |  |   |   | **ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ** |  |  |  |   |
| Βορράς -Παράθυρο(**Π8)** | **1.73** | **6.01** | 1.00 | 10.37 |   | Βορράς -Παράθυρο(**Π8)** | **1.73** | **3.20** | 1.00 | 5.52 |
| Βορράς-Τοίχος | **4.56** | **2.38** | 1.00 | 10.85 |   | Βορράς-Τοίχος | **4.56** | **0.60** | 1.00 | 2.73 |
| Νότος -Παράθυρο(**Π4)** | **0.31** | **6.42** | 1.00 | 2.01 |   | Νότος -Παράθυρο(**Π4)** | **0.31** | **3.20** | 1.00 | 1.00 |
| Νότος - Τοίχος | **5.97** | **2.38** | 1.00 | 14.21 |   | Νότος - Τοίχος | **5.97** | **0.60** | 1.00 | 3.58 |
| Δύση -Παράθυρο(**Π7)** | **0.50** | **6.38** | 1.00 | 3.19 |   | Δύση -Παράθυρο(**Π7)** | **0.50** | **3.20** | 1.00 | 1.60 |
| Δύση - Τοίχος | **3.01** | **2.38** | 1.00 | 7.16 |   | Δύση - Τοίχος | **3.01** | **0.60** | 1.00 | 1.80 |
|   |  |  |   |   |   |   |  |  |   |   |
| **ΟΡΟΦΗ** | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |   | **ΟΡΟΦΗ** | 0.00 | **0.00** | 1.00 | 0.00 |
| **ΔΑΠΕΔΟ** | 0.00 | **0.00** | **0.80** | 0.00 |   | **ΔΑΠΕΔΟ** | 0.00 | **0.00** | **0.80** | 0.00 |
|  |   |  |  |   |   |  |   |  |  |   |
| **ΣΥΝΟΛΑ** | **91.74** |  |   | **299.60** |   | **ΣΥΝΟΛΑ** | **91.74** |  |   | **102.38** |
| **Um,πριν (W/m2.K)** | **3.27** |   | **Um,μετά (W/m2.K)** | **1.12** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| **Απώλειες Αγωγιμότητας Εm = Um\*A\*DDh\*24** |
| **Απώλειες Αγωγιμότητας Εm,πριν= Km,πριν\*F\*DDh\*24** |   | **Απώλειες Αγωγιμότητας Εm,μετά= Um,μετά\*A\*DDh\*24** |
| **DDh (**Βαθμομ. Θερμ.) | 702 |   | **DDh (**Βαθμομ. Θερμ.) | 702 |
| **Εm, πριν (Kwh)** | **5,048** |  | **Εm, πριν (Kwh)** | **1,725** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| **ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ λόγω ΑΕΡΙΣΜΟΥ Qa=a\*(ΣL)\*H\*R\*Zε\*Δθ** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| (**α**θυρ)- (Kcal/m.h.K) |   |  |   |   |   | (**α**θυρ)- (Kcal/m.h.K) |   |  |   |   |
| (**α**παραθ.) (Kcal/m.h.K) | **1.50** |  |   |   |   | (**α**παραθ.) (Kcal/m.h.K) | **1.20** |  |   |   |
|  Η  | **0.24** |  |   |   |   |  Η  | **0.24** |  |   |   |
|  Ζε  | 1.00 |  |   |   |   |  Ζε  | 1.00 |  |   |   |
|  R  | 0.70 |  |   |   |   |  R  | 0.70 |  |   |   |
| ΔΘ | 17.00 |  |   |   |   | ΔΘ | 17.00 |  |   |   |
| **L** θυρ. |   |  |   |   |   | **L** θυρ. |   |  |   |   |
| **L** παραθ. | 55.12 |  |   |   |   | **L** παραθ. | 55.12 |  |   |   |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| **Qa** θυρ. |   |  |   |   |   | **Qa** θυρ. |   |  |   |   |
| **Qa παρα**θ. |   |  |   |   |   | **Qa παρα**θ. |   |  |   |   |
| **Qa** ολ. (Kcal/h) | **236.13** |   | **Qa** ολ. (Kcal/h) | **188.91** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| **Ενεργειακές Απώλειες λόγω Αερισμού Εa = Qa\*DDh\*24 /ΔΘ** |
| **Ea , πριν (Kcal)** | **234,023** |   | **Ea , μετά (Kcal)** | **187,218** |
|   |  |  |  |  |   |   |  |  |  |  |
| **Ea , πριν (Kwh)** | **272** |  | **Ea , μετά (Kwh)** | **218** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| **ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΤΗΣΙΩΣ Ε = Εm + Εa** |
| **Σύνολον Εm,** πριν (Kwh) | **5,320** |   | **Σύνολον Εm,** μετά (Kwh) | **1,943** |
|   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
| **Σύνολον Εm / m2,** πριν | **62** |   | **Σύνολον Εm / m2,** μετά | **23** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ** |
| Βαθμός Απόδοσης **n** | 0.905 |   | Βαθμός Απόδοσης **n** | 0.905 |
| Θερμογόνος Δύναμη **Θ**κ (Kwh/Kg) | **11.92** |   | Θερμογόνος Δύναμη **Θ**κ (Kwhl/Kg) | **11.92** |
| Κατανάλωση καυσίμου **Gπριν (Kg)** | **493** |   | Κατανάλωση καυσίμου **Gμετά (Kg)** | **180** |
|   |  |  |  |  |   |   |  |  |  |  |
| Βαθμός Απόδοσης **n** | 0.905 |   | Βαθμός Απόδοσης **n** | 0.905 |
| Θερμογόνος Δύναμη **Θ**κ (Kwh/L) | **10.02** |   | Θερμογόνος Δύναμη **Θ**κ (Kwh/L) | **10.02** |
| Κατανάλωση καυσίμου **Gπριν (L)** | **587** |   | Κατανάλωση καυσίμου **Gμετά (L)** | **214** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| Διαφορά Κατανάλωσης ΔG = G πριν - G μετά (L) | = | **372** |
| Τιμή καυσίμου ( € / L)  | = | 1.4 |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| Ετήσιο Οικονομικό Όφελος ( Ε.Ο.Ο.) | = | **521.38** |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |
| **1** kcal = **0.001163** kWh (1,163\*10-3) ( 1Kwh = 859,8 Kcal) |   | **1 W = 1,163 kcal/h** (1Kcal/h = 0,8598 W) |   |
|   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |

**ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ Β: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ**

***Άσκηση 1. (Ανατοκισμός ενός ποσού, αποπληθωρισμένο επιτόκιο ).***

1. Για να υλοποιήσουμε μια επέμβαση εξοικονόμησης. ενέργειας, πληρώνουμε σήμερα 100.000 €.

Α. Αν καταθέσουμε αυτό το ποσό σε μια τράπεζα για 4 χρόνια με σταθερό ονομαστικό επιτόκιο 4,6% ετησίως, τι ποσό θα εισπράξουμε στο τέλος του 4ου έτους

Β. Η τράπεζα ανατοκίζει το κεφάλαιο ανά ΕΞΑμηνο. Τι ποσό θα εισπράξουμε στο τέλος του 4ου έτους σ' αυτή την περίπτωση;

Γ. Η τράπεζα ανατοκίζει το κεφάλαιο ανά ΤΡΙμηνο. Τι ποσό θα εισπράξουμε στο τέλος του 4ου έτους σ' αυτή την περίπτωση;

Δ. Αν εκτιμήσουμε τον πληθωρισμό σε 3,4% ετησίως, ποια θα είναι η πραγματική αξία αυτού του ποσού (της Γ. περίπτωσης) στο τέλος του 4ου έτους

***Λύση***

***Άσκηση 2. (Ανακατασκευή Εγκατάστασης Φωτισμού).***

Πρόκειται να αποξηλώσουμε i) 218 φωτιστικά σώματα (φ.σ.) φθορισμού 4Χ36 W και ii)100 φ.σ. φθορισμού 4Χ18 W και να τοποθετήσουμε (αντ’ αυτών) i) 200 φ.σ. φθορισμού υψηλής απόδοσης 2Χ36 W και ii) 100 φ.σ. φθορισμού υψηλής απόδοσης 2Χ18W. Παράλληλα εγκαθίσταται σύστημα αυτόματης διαχείρισης φωτισμού, λόγω του οποίου εκτιμάται μειωμένος χρόνος λειτουργίας του φωτισμού κατά 200 ώρες (h) ετησίως. (Οι αρχικές ώρες λειτουργίας εκτιμούνται σε 2.750 h).

Δίδονται επίσης :

* Συνολικό κόστος επεμβάσεων (ΑΚΕ) = 35.800 €
* Μέσο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας = 0,15 € / Kwh
* Επιτόκιο Δανεισμού ( d ) = 15,5 %
* Ετήσιος Πληθωρισμός ( i ) = 5 %

Να αξιολογηθεί οικονομικά η επένδυσή μας σε χρονικό ορίζοντα Ν = 5 ετών.

***Λύση***

|  |
| --- |
| Αρχικά τοποθετημένα φωτιστικά  |
| α/α | Ισχύς (watt) | Συνολική ισχύς (watt) | Αριθμός φωτιστικών | Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (watt) |
| 1 | 4x36 | 144 | 218 | 31.392 |
| 2 | 4x18 | 72 | 100 | 7.200 |
| Σύνολο kW | 38,592 |

|  |
| --- |
| Αντικατάσταση φωτιστικών με  |
| α/α | Ισχύς (watt) | Συνολική ισχύς (watt) | Αριθμός φωτιστικών | Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (watt) |
| 1 | 2x36 | 72 | 200 | 14.400 |
| 2 | 2x18 | 36 | 100 |  3.600 |
| Σύνολο kW | 18,00 |

|  |
| --- |
| Ώρες λειτουργίας – Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εγκατάστασης φωτισμού |
|  | Ώρες λειτουργίας (h) | Εγκατ. Ισχύς(KW) | Κατανάλωση ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ |
| Αρχικές | 2.750h | 38,592 | 106.128 kWh |
| Με αυτοματισμό  | 2.550h |  |  45.900 kWh |

Κόστος λειτουργίας της εγκατάστασης:

Αρχικές: 106.128 kWh x 0.15€/kWh = 15.919 €

Με αυτοματισμό: 45.900 KWh x 0.15€/kWh = 6.885€

**E.O.O = 15919€ - 6885€ = 9.034€**



Υπολογισμός Συντελεστή παρούσας αξίας (ΣΠΑ)

Το 1ο Έτος Σ.Π.Α 1 = 1/(1+0,01)1 = 0,909

Το 2ο Έτος Σ.Π.Α 2 = 1/(1+0,01)2 = 0,826

Το 3ο Έτος Σ.Π.Α 3 = 1/(1+0,01)3 = 0,751

Το 4ο Έτος Σ.Π.Α 4 = 1/(1+0,01)4 = 0,683

Το 5ο Έτος Σ.Π.Α 5 = 1/(1+0,01)5 = 0,621

Προεξοφλημένες Ετήσιες Χρηματορροές

Το 1ο Έτος ΠΕΧ1 = 0,909 x 9.034 = 8.212€

Το 2ο Έτος ΠΕΧ2 = 0,826 x 9.034 = 7.462€

Το 3ο Έτος ΠΕΧ3 = 0,751 x 9.034 = 6.785€

Το 4ο Έτος ΠΕΧ4 = 0,683 x (9.034-300) = 5.965€

Το 5ο Έτος ΠΕΧ5 = 0,621 x 9.034 = 5.610€

Άρα  = (8.212+7.462+6.785+5.965+5.610) = 34.034 €

Και η Καθαρά Παρούσα Αξία της επένδυσης μας γίνεται

ΚΙΙΑ = - ΑΚΕ +  = -35.800+34.034 = - 1.766 €

***Άσκηση 3 .(Αντικατάσταση Λέβητα σε βιομηχανία , 2 εναλλακτικά σενάρια ).***

1. Σε βιομηχανία υπάρχει λέβητας, ονομαστικής ισχύος 1.000.000 kcal/h , ο οποίος λειτουργεί με μέσο βαθμό απόδοσης 65,9%, αφ ενός λόγω παλαιότητας αλλά και επειδή λειτουργεί επί μεγάλα χρονικά διαστήματα υπό μερικό φορτίο. Με αυτές τις συνθήκες, η επιχείρηση, για κάλυψη των θερμικών της αναγκών, καταναλώνει ετησίως mf1=50.000 lt πετρελαίου ντήζελ, με συνολικό κόστος 25.000 €.

**Για να βελτιωθεί ενεργειακά η εγκατάσταση εξετάζονται δύο εναλλακτικές δυνατότητες (σενάρια) :**

ΣΕΝΑΡΙΟ (1) : Αντικατάσταση του λέβητα με δύο νέους λέβητες, ονομ. ισχύος 500.000 kcal / h ο καθένας, οι οποίοι θα εργάζονται παράλληλα, με μέσο βαθμό απόδοσης 84,6%. Σ' αυτή την περίπτωση υπολογίζονται:

Κόστος αποξηλώσεων, τροποποιήσεων σωληνώσεων κ.λπ.: 1.000 €.

Κόστος προμήθειας και εγκατάστασης κάθε λέβητα : 4.200 €.

Ετήσιες δαπάνες συντήρησης κ.λπ. κάθε λέβητα : 200 €.

ΣΕΝΑΡΙΟ (2) : Αντικατάσταση του λέβητα με ένα νέο λέβητα, ονομ. ισχύος 1.000.000 kcal / h, ο οποίος θα εργάζεται με μέσο βαθμό απόδοσης 75,4%. Σ' αυτή την περίπτωση υπολογίζονται:

Κόστος αποξηλώσεων, μεταφορών κ.λπ. : 400 €.

Κόστος προμήθειας και εγκατάστασης : 6.600 €.

Ετήσιες δαπάνες συντήρησης κ.λπ. λέβητα : 300 €.

Α. Να εξετασθεί ποιο από τα δύο σενάρια συμφέρει, να υλοποιήσει η επιχείρηση, **με τα κριτήρια ΚΠΑ και ΕΠΑ** θεωρώντας ονομαστικό επιτόκιο d=13,85% ετησίως, πληθωρισμό σε i=3,5% ετησίως και διάρκεια ζωής των επενδύσεων 6 έτη.

Β. Να βρεθεί πόσο έπρεπε να είναι το κόστος της επένδυσης (το συνολικό) του σεναρίου (2), ώστε οι χρόνοι έντοκης αποπληρωμής για τα δύο σενάρια να είναι ίσοι. Ποιο σενάριο συμφέρει να υλοποιήσει η επιχείρηση τότε;

***Λύση:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Σενάριο 1ο** | **Σενάριο 2ο** |
| ηλέβητα | 84,6% | ηλέβητα | 75,4% |
| Συντήρηση (Ε.Λ.Δ.) | 2x200€ = 400€ | Συντήρηση  | 300 € |
| Λέβητας 2 x 500.000 kcal | 2x4.200€=8.400 € | Λέβητας 1x 1.000.000 kcal | 6.600 € |
| Σωληνώσεις  | 1.000 € | Σωληνώσεις  | 400 € |
| **Α.Κ.Ε** | **9.400 €** | **Α.Κ.Ε** | **7.000 €** |

Το αποπληθωρισμένο επιτόκιο θα είναι :

**Ε.Ο.Ο = ΕΕΔπρίν - ΕΕΔμετά** ενώ Τιμή Καυσίμου (€/lt) = 25.000 € / 50.000lt = 0,5 €/lt

Αλλά ισχύει για το 1ο σενάριο :

**E.O.O1 = (50000lt – 38938lt) x 0.5€/lt = 5.531€**

**Κ.Ε.Ο.Ο1 = 5.531€ - 2 x (200€) = 5.131€**

 **Συμφέρουσα**

Επίσης και για το 2ο σενάριο ισχύει ότι :

Τώρα

**Κ.Ε.Ο.Ο2 = 3.156€ - 300 = 2.856€**

**Τότε**

 **Συμφέρουσα**

**Εφ όσον έχουμε :**

**Κ.Π.Α1 = 12.946 € και K.Π.Α2 = 5.438 € η 1η επένδυση κρίνεται πιο συμφέρουσα**

***Άσκηση 4. ( Μόνωση οροφής, εναλλακτικά σενάρια).***

Σε παραπάνω παράδειγμα υπολογίσαμε την Ετήσια Εξοικονόμηση Ενέργεια, και το αντίστοιχο Ετήσιο Οικονομικό όφελος, σε περίπτωση μόνωσης οροφής, στο Ηράκλειο Κρήτης, για 4 διαφορετικά πάχη μόνωσης ( 5, 6, 7 και 8 cm) και για 2 διαφορετικούς βαθμούς απόδοσης του λέβητα ( ηΛ1 = 085 και ηΛ2 = 0,70).

Εάν κρατήσουμε τα δεδομένα της 1ης περίπτωσης δηλ. μόνωση με πάχος μονωτικού υλικού 5 cm, (δηλ. με Uv=0,60 W/m2.K) και επομένως με **Α.Κ.Ε. = - 13.640 €** και **Κ.Ε.Ο.Ο. = 2.601,02 €,** να υπολογίσετε την Κ.Π.Α. της επένδυσής μας μετά από 10ετία α) αναλυτικά (δηλ. με τη χρήση των συντελεστών ΣΠΑ) και β) να βρείτε το ίδιο αποτέλεσμα με τον «συνοπτικό» τύπο της ΚΠΑ ( εφ’ όσον το ΚΕΟΟ παραμένει σταθερό)

Δίδονται ονομαστικό επιτόκιο d=15,00% ετησίως, πληθωρισμό σε i=3,00% ετησίως

ΛΥΣΗ

Το αποπληθωρισμένο επιτόκιο θα είναι :

Υπολογισμός Συντελεστή παρούσας αξίας (ΣΠΑ)

Το 1ο Έτος Σ.Π.Α 1 = 1/(1+0,1165)1 = 0,896

Το 2ο Έτος Σ.Π.Α 2 = 1/(1+0,1165)2 = 0,802

Το 3ο Έτος Σ.Π.Α 3 = 1/(1+0,1165)3 = 0,718

Το 4ο Έτος Σ.Π.Α 4 = 1/(1+0,1165)4 = 0,644

Το 5ο Έτος Σ.Π.Α 5 = 1/(1+0,1165)5 = 0,576

Το 6ο Έτος Σ.Π.Α 6 = 1/(1+0,1165)6 = 0,516

Το 7ο Έτος Σ.Π.Α 7 = 1/(1+0,1165)7 = 0,462

Το 8ο Έτος Σ.Π.Α 8 = 1/(1+0,1165)8 = 0,414

Το 9ο Έτος Σ.Π.Α 9 = 1/(1+0,1165)9 = 0,371

Το 10ο Έτος Σ.Π.Α 10 = 1/(1+0,1165)10 = 0,332

Προεξοφλημένες Ετήσιες Χρηματορροές

Το 1ο Έτος ΠΕΧ1 = 0,896 x 2.601 = 2.330 €

Το 2ο Έτος ΠΕΧ2 = 0,802 x 2.601 = 2.087 €

Το 3ο Έτος ΠΕΧ3 = 0,718 x 2.601 = 1.869 €

Το 4ο Έτος ΠΕΧ4 = 0,644 x 2.601 = 1.674 €

Το 5ο Έτος ΠΕΧ5 = 0,576 x 2.601 = 1.499 €

Το 6ο Έτος ΠΕΧ6 = 0,516 x 2.601 = 1.343 €

Το 7ο Έτος ΠΕΧ7 = 0,462 x 2.601 = 1.203 €

Το 8ο Έτος ΠΕΧ8 = 0,414 x 2.601 = 1.077 €

Το 9ο Έτος ΠΕΧ9 = 0,371 x 2.601 = 965 €

Το 10ο Έτος ΠΕΧ10 = 0,332 x 2.601 = 864 €

Άρα

=(2.330+2.087+1.869+1.674+1.499+1.343+1.203+1.077+965+864)=14.911 €

Και η Καθαρά Παρούσα Αξία της επένδυσης μας γίνεται

Κ.Π.Α. = - ΑΚΕ + = -13.640+14.911 = - 1.271 €

Με τον «συνοπτικό» τύπο, θα είχαμε :

Πολύ μικρή διαφορά επομένως…μας «βολεύει» να δουλεύουμε με τον «συνοπτικό» τύπο!

Συνολικά και για τα 4 σενάρια με διαφορετικό πάχος μόνωσης , με τη χρήση του Excel παίρνουμε τα παρακάτω, «αναλυτικά» αποτελέσματα.

|  |
| --- |
| **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ**  |
| **(ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ Κ.Π.Α.)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Θερμομόνωση Οροφής κτιρίου Κατοικίας στο ΗΡΑΚΛΕΙΟ** |
| **Βαθμός Απόδοσης της Εγκατάστασης Θέρμανσης n = 0,85** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Πάχος Μόνωσης = 0,05 m** |
|  | Επιτόκιο δανεισμού | **d** | 15.00 % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Πληθωρισμός | **i** | 3.00 % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Αποπληθ. Επιτόκιο | r=(d-i)/(1+i) | 11.65 % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **ΜΕΓΕΘΗ** | **ΣΥΜΒΟΛ.** | **ΕΤΟΣ (t)** |
|  |  |  | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | Κόστος (Έξοδα) | **ΑΚΕ** | -13,640 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 |  Όφελος (Έσοδα) | **ΕΟΟ** | 0.0 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 |
| 3 | Ετήσ. Χρηματοροή  | **ΕXν** | -13,640 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 | 2,601 |
| 4 | Συντ. προεξόφλησης | **ΣΠΑ** | **1.000** | **0.896** | **0.802** | **0.718** | **0.644** | **0.576** | **0.516** | **0.462** | **0.414** | **0.371** | **0.332** |
| 5 | Παρούσα Αξία (3Χ4) | **ΠAν** | -13,640 | 2,330 | 2,087 | 1,869 | 1,674 | 1,499 | 1,343 | 1,203 | 1,077 | 965 | 864 |
| 6 | Καθ. Παρούσα Αξία | **ΚΠΑ** | **1,269** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Πάχος Μόνωσης = 0,06 m** |
|  | **ΜΕΓΕΘΗ** | **ΣΥΜΒΟΛ.** | **ΕΤΟΣ(t)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | Κόστος (Έξοδα) | **ΑΚΕ** | -16,120 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 |  Όφελος (Έσοδα) | **ΕΟΟ** | 0.0 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 |
| 3 | Ετήσ. Χρηματοροή  | **ΕXν** | -16,120 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 | 2,738 |
| 4 | Συντ. προεξόφλησης | **ΣΠΑ** | **1.000** | **0.896** | **0.802** | **0.718** | **0.644** | **0.576** | **0.516** | **0.462** | **0.414** | **0.371** | **0.332** |
| 5 | Παρούσα Αξία (3Χ4) | **ΠAν** | -16,120 | 2,452 | 2,196 | 1,967 | 1,762 | 1,578 | 1,413 | 1,266 | 1,134 | 1,016 | 910 |
| 6 | Καθ. Παρούσα Αξία | **ΚΠΑ** | **-426** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ**  |
| **(ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ Κ.Π.Α.)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Θερμομόνωση Οροφής κτιρίου Κατοικίας στο ΗΡΑΚΛΕΙΟ** |
| **Βαθμός Απόδοσης της Εγκατάστασης Θέρμανσης n = 0,85** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Πάχος Μόνωσης = 0,07 m** |
|  | Επιτόκιο δανεισμού | **d** | 15.00 % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Πληθωρισμός | **i** | 3.00 % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Αποπληθ. Επιτόκιο | r=(d-i)/(1+i) | 11.65 % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **ΜΕΓΕΘΗ** | **ΣΥΜΒΟΛ.** | **ΕΤΟΣ (t)** |
|  |  |  | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | Κόστος (Έξοδα) | **ΑΚΕ** | -18,600 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 |  Όφελος (Έσοδα) | **ΕΟΟ** | 0.0 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 |
| 3 | Ετήσ. Χρηματοροή  | **ΕXν** | -18,600 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 | 2,847 |
| 4 | Συντ. προεξόφλησης | **ΣΠΑ** | **1.000** | **0.896** | **0.802** | **0.718** | **0.644** | **0.576** | **0.516** | **0.462** | **0.414** | **0.371** | **0.332** |
| 5 | Παρούσα Αξία (3Χ4) | **ΠAν** | -18,600 | 2,550 | 2,284 | 2,046 | 1,832 | 1,641 | 1,470 | 1,316 | 1,179 | 1,056 | 946 |
| 6 | Καθ. Παρούσα Αξία | **ΚΠΑ** | **-2,281** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Πάχος Μόνωσης = 0,08 m** |
|  | **ΜΕΓΕΘΗ** | **ΣΥΜΒΟΛ.** | **ΕΤΟΣ (t)** |
|  |  |  | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | Κόστος (Έξοδα) | **ΑΚΕ** | -21,700 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 |  Όφελος (Έσοδα) | **ΕΟΟ** | 0.0 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 |
| 3 | Ετήσ. Χρηματοροή  | **ΕXν** | -21,700 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 | 2,930 |
| 4 | Συντ. προεξόφλησης | **ΣΠΑ** | **1.000** | **0.896** | **0.802** | **0.718** | **0.644** | **0.576** | **0.516** | **0.462** | **0.414** | **0.371** | **0.332** |
| 5 | Παρούσα Αξία (3Χ4) | **ΠAν** | -21,700 | 2,624 | 2,350 | 2,105 | 1,885 | 1,689 | 1,513 | 1,355 | 1,213 | 1,087 | 973 |
| 6 | Καθ. Παρούσα Αξία | **ΚΠΑ** | **-4,905** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

***Άσκηση 5. (Ενεργειακή επένδυση σε ξενοδοχείο , εναλλακτικά Σενάρια).***

Ξενοδοχείο σχεδιάζει να πραγματοποιήσει δύο επενδύσεις με στόχο τη μείωση του κόστους ενέργειας ανά διανυκτέρευση. Οι δύο επενδύσεις είναι συμπληρωματικές η μία της άλλης, και τα χαρακτηριστικά οικονομικά στοιχεία κάθε επένδυσης δίνονται σ τους παρακάτω Πίνακες. (Τα ποσά είναι σε € και θεωρείται ότι οι χρηματορροές πραγματοποιούνται στο τέλος κάθε έτους ) .

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ Α.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΕΤΟΣ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |
| Α.Κ.Ε. | 52.000 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Κ.Ε.Ο.Ο. |  | 13.000 | 13.000 | 13.000 | 13.000 | 13.000 |  |  |  |

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ Β.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΕΤΟΣ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Α.Κ.Ε. | 78.000 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Κ.Ε.Ο.Ο. |  | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 13.000 | 13.000 | 13.000 |

Υποθέστε ότι για την πραγματοποίηση των επενδύσεων η επιχείρηση μπορεί να εξασφαλίσει δάνειο με σταθερό ονομαστικό ετήσιο επιτόκιο 13,2 % και ο ετήσιος πληθωρισμός εκτιμάται σε 3,85%.

Α. Για την επένδυση Α, να εξεταστεί αν είναι οικονομικά συμφέρουσα, υπολογίζοντας την Καθαρά Παρούσα Αξία της (ΚΠΑ), την έντοκη περίοδο αποπληρωμής και το λόγο οφέλους – κόστους.

Επίσης να υπολογιστεί ο συντελεστής ο συντελεστής Εσωτερικής Απόδοσης ( ΙRR, αποπληθωρισμένος), δοκιμάζοντας τα εξής επιτόκια r : 7,5%, 8% και 7,93% .

Β. Για την επένδυση Β, να εξεταστεί αν είναι οικονομικά συμφέρουσα, υπολογίζοντας την Καθαρά Παρούσα Αξία της (ΚΠΑ), και το λόγο οφέλους – κόστους.

Εκτιμήστε κατ αρχήν την Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής και στη συνέχεια υπολογίστε την.

Γ. Αν το ξενοδοχείο πραγματοποιήσει και τις δύο παραπάνω ενεργειακές επενδύσεις, θα λάβει κρατική επιχορήγηση ίση με το 20% του συνολικού κόστους της, επειδή θεωρείται ότι προβαίνει σε ολοκληρωμένου χαρακτήρα ενεργειακή παρέμβαση. Σ’ αυτή την περίπτωση εκτιμάται ότι θα έχει επιπλέον έξοδα 1.000 ΕΥΡΩ ετησίως ( για διοικητική υποστήριξη και παρακολούθηση των έργων κ.λπ.).

Να εξεταστεί αν συμφέρει την επιχείρηση να προχωρήσει στην υλοποίηση και των δύο επενδύσεων ταυτόχρονα, υποθέτοντας ότι η επιχορήγηση της καταβάλλεται αμέσως με την λήξη των έργων( δηλ. στο τέλος του έτους 0, λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά δεδομένα όπως προηγουμένως.

Δ. Να εξεταστεί αν συμφέρει την επιχείρηση να προχωρήσει στην υλοποίηση και των δύο επενδύσεων ταυτόχρονα, όπως στο ερώτημα Γ, υποθέτοντας όμως ότι η επιχορήγηση καταβάλλεται κατά το ήμισυ αμέσως με τη λήξη των έργων ( δηλ. στο τέλος του έτους 0 και κατά το ήμισυ στο τέλος του δεύτερου έτους.

***Λύση:***

**Επένδυση 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ετος | 0  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Α.Κ.Ε | 52.000€ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Κ.Ε.Ο.Ο |  | 13.000€ | 13.000€ | 13.000€ | 13.000€ | 13.000€ |  |  |  |

**Επένδυση 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ετος | 0  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Α.Κ.Ε | 78.000€ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Κ.Ε.Ο.Ο |  | 15.000€ | 15.000€ | 15.000€ | 15.000€ | 15.000€ | 13.000€ | 13.000€ | 13.000€ |



****



**ΕΠΕΝΔΥΣΗ Β**

Α.Κ.Ε = 78.000€

Κ.Ε.Ο.Ο (1-5) = 15.000€

Κ.Ε.Ο.Ο (6-8) = 13.000€



