



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διερεύνηση προτάσεων προώθησης εξοικονόμησης ενέργειας στα
κτίρια του Νομού Αττικής: η περίπτωση των ενεργειακά
αποδοτικών κυκλοφορητών νερού στα συστήματα θέρμανσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δήμητρα Γ. Καρβούνη

Επιβλέπων : **Ιωάννης Ψαρράς**
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διερεύνηση προτάσεων προώθησης εξοικονόμησης ενέργειας στα
κτίρια του Νομού Αττικής: η περίπτωση των ενεργειακά
αποδοτικών κυκλοφορητών νερού στα συστήματα θέρμανσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δήμητρα Γ. Καρβούνη

Επιβλέπων : **Ιωάννης Ψαρράς**

Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 26^η Φεβρουαρίου 2010.

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ασκούνης Δημήτριος
Επ. Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ασημακόπουλος Βασίλειος
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2010

.....

Δήμητρα Γ. Καρβούνη

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Δήμητρα Καρβούνη, 2010.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περιεχόμενα

Περίληψη	vi
Abstract	vii
Κατάλογος συμβόλων	viii
1 Εισαγωγή	1
1.1 Γενική τοποθέτηση του υπό εξέταση θέματος	1
1.2 Κατανάλωση ενέργειας και κτήρια	1
1.2.1 Κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα σε ευρωπαϊκό επίπεδο.....	1
1.2.2 Η νέα οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.....	2
1.3 Παρούσα κατάσταση στην ευρύτερη περιοχή του νομού Αττικής.....	3
1.4 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας.....	3
2 Τα κτήρια στο Νομό Αττικής	5
2.1 Γενικά	5
Διοικητική Διαίρεση.....	5
Δημογραφικά χαρακτηριστικά	5
2.2 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της κύριας χρήσης τους	6
2.3 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της περιόδου κατασκευής.....	11
2.3.1 Σύνολο κτηρίων Νομού Αττικής.....	11
2.3.2 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της χρήσης και της περιόδου κατασκευής	12
2.4 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της χρήσης και της περιόδου κατασκευής και μετά το 2000.....	14
2.4.1 Κατοικίες.....	15
2.4.2 Σχολικά κτήρια.....	18
2.4.3 Ξενοδοχεία	19
2.4.4 Εργοστάσια-Εργαστήρια.....	20
2.4.5 Νοσοκομεία/Κλινικές.....	22
2.4.6 Εκκλησίες-Μοναστήρια	24
2.4.7 Καταστήματα-Γραφεία	25
3 Κυκλοφορητές	27
3.1 Εισαγωγή	27
3.2 Φυγόκεντρες αντλίες	27
3.3 Η εξέλιξη της τεχνολογίας των κυκλοφορητών	32
3.3.1 Εισαγωγή.....	32
3.3.2 Η υδρολίπαντη αντλία.....	33
3.3.3 Κινητήρας	33
Σχεδιασμός μη υδρολίπαντης αντλίας	35
Σχεδιασμός υδρολίπαντης αντλίας	36

Περιεχόμενα

Αποδόσεις	37
3.3.4 Χιτώνιο ρότορα	40
3.3.5 Θαλάμη ρότορα	41
3.3.6 Έδρανα	42
3.3.7 Θόρυβος	43
3.4 Ενεργειακή σήμανση των κυκλοφορητών	44
3.4.1 Εισαγωγή	44
3.4.2 Σύστημα ταξινόμησης και ενεργειακής σήμανσης	45
3.4.3 Ενεργειακή Σήμανση A-G για κυκλοφορητές	49
3.5 Συστήματα κεντρικής θέρμανσης	51
3.6 Κατανάλωση Κυκλοφορητών	51
3.6.1 Κατοικίες	51
3.6.2 Λοιπά Κτήρια	52
4 Εξοικονόμηση ενέργειας	53
4.1 Εισαγωγή	53
4.2 Εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των κυκλοφορητών	53
4.3 Κατανάλωση ενέργειας σήμερα στο νομό Αττικής	54
4.3.1 Κτήρια και κλάση κυκλοφορητή	55
4.3.2 Υπολογισμοί ενεργειακής κατανάλωσης	59
Κατοικίες	59
Σχολικά κτήρια	63
Ξενοδοχεία	64
Νοσοκομεία/Κλινικές	65
Εκκλησίες/Μοναστήρια	66
Εργοστάσια/Εργαστήρια	66
Καταστήματα-Γραφεία	67
4.4 Σενάρια	68
4.4.1 Κατανάλωση σήμερα στο Νομό Αττικής από τους κυκλοφορητές θέρμανσης	68
4.4.2 Κατανάλωση ενέργειας αν αντικατασταθούν μόνο στα κτήρια κατοικιών οι κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης C-G	69
4.4.3 Κατανάλωση αν αντικατασταθούν οι κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης C-G στα επαγγελματικά κτήρια	70
4.4.4 Κατανάλωση αν αντικατασταθούν οι κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης C-G σε όλα τα κτήρια του Νομού Αττικής	71
4.4.5 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B σε επαγγελματικά κτήρια	72
4.4.6 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B σε κτήρια κατοικιών	73
4.4.7 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B σε όλα τα κτήρια	74
4.4.8 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B-G σε επαγγελματικά κτήρια	75

Περιεχόμενα

4.4.9	Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B-G σε κτήρια κατοικιών	76
4.4.10	Αντικατάσταση σε όλα τα κτήρια των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B-G.....	77
5	Οικονομική ανάλυση	79
5.1	Γενικά	79
5.2	Αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων κυκλοφορητών ως επένδυση.....	80
5.2.1	Κατοικίες.....	81
	Μονοκατοικίες.....	81
	Διπλοκατοικίες	82
	Μικρή Πολυκατοικία.....	84
	Μεγάλη Πολυκατοικία	86
5.2.2	Σχολικά κτήρια.....	88
5.2.3	Ξενοδοχεία	90
5.2.4	Νοσοκομεία/κλινικές	91
5.2.5	Εκκλησίες/Μοναστήρια	92
5.2.6	Εργοστάσια/εργαστήρια.....	94
5.2.7	Καταστήματα/Γραφεία.....	95
5.3	Αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων κυκλοφορητών λόγω βλάβης.....	96
5.3.1	Κατοικίες.....	97
	Μονοκατοικίες.....	97
	Διπλοκατοικίες	99
	Μικρή Πολυκατοικία.....	101
	Μεγάλη Πολυκατοικία	103
5.3.2	Σχολικά κτήρια.....	105
5.3.3	Ξενοδοχεία	106
5.3.4	Νοσοκομεία/κλινικές.....	107
5.3.5	Εκκλησίες/Μοναστήρια	108
5.3.6	Εργοστάσια/εργαστήρια.....	109
5.3.7	Καταστήματα/Γραφεία.....	110
6	Συμπεράσματα	112
	Αναφορές	115
	Στην ελληνική γλώσσα	115
	Ξενόγλωσσες	115
	Ηλεκτρονικές Πηγές	115
	Παράρτημα Α: Πίνακες	117
	Παράρτημα Β: Σχήματα	141
	Νομαρχία Δυτικής Αττικής	141
	Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	142

Περιεχόμενα

Νομαρχία Πειραιώς Α'	143
Νομαρχία Πειραιώς Β'	144
Νομαρχία Αθηνών	144

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης την εκτίμηση των ωφελημάτων από την ενδεχόμενη αναβάθμιση των κυκλοφορητών ζεστού νερού συστημάτων κεντρικής θέρμανσης στην περιοχή Αθηνών-Πειραιώς.

Ο κυκλοφορητής είναι ένα είδος φυγόκεντρης αντλίας η οποία χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του ζεστού νερού στα συστήματα θέρμανσης. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στο σχεδιασμό και την παραγωγή κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής κλάσης, δηλαδή μεγάλου βαθμού απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς επίσης και ηλεκτρονικών κυκλοφορητών (δηλαδή κυκλοφορητών με ηλεκτρονικό έλεγχο στροφών), οι οποίοι παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με τους συμβατικούς κυκλοφορητές.

Είναι γεγονός πως σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει παρατηρηθεί μια στροφή προς τους νέους τύπους κυκλοφορητών με θετικά αποτελέσματα στον τομέα της ενεργειακής εξοικονόμησης. Ωστόσο η διείσδυση των νέων αυτών κυκλοφορητών στην Ελλάδα έχει καθυστερήσει. Οι δυνατότητες ενεργειακής εξοικονόμησης από την ενδεχόμενη αναβάθμιση της εγκατεστημένης βάσης κυκλοφορητών στην Ελλάδα είναι σημαντική, μιας και η πλειονότητα των κτηρίων πχ στο νομό Αττικής χρονολογούνται πριν τη δεκαετία του 1980 και είναι εξοπλισμένα με πεπαλαιωμένους κυκλοφορητές υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

Για το σκοπό αυτό, συγκεντρώθηκαν αρχικά δεδομένα για τα κτήρια του νομού Αττικής από την απογραφή του 2001 (πηγή ΕΣΥΕ). Στη συνέχεια έγινε μια κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της χρήσης και της χρονικής περιόδου κατασκευής χρησιμοποιώντας και ετήσια δεδομένα που εξέδωσε η ΕΣΥΕ από το 2001 έως το 2008. Με αυτό τον τρόπο έγινε μια εκτίμηση του πληθυσμού της εγκατεστημένης βάσης κυκλοφορητών στην υπό εξέταση γεωγραφική περιοχή.

Κατόπιν έγινε εκτίμηση της κατανάλωσης των κυκλοφορητών βάσει της χρήσης του κτηρίου, της παλαιότητάς του αλλά και του κυκλοφορητή που είναι εγκατεστημένος στην κεντρική θέρμανσή του. Επίσης υπολογίστηκε η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως που οφείλεται στους κυκλοφορητές

Τέλος εξετάστηκαν ενδεικτικά κάποια σενάρια αντικατάστασης των παλιών με νέους κυκλοφορητές υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Στο σημείο αυτό υπολογίστηκε το όφελος από την αντικατάσταση τόσο σε ενεργειακό όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε με τη πολύτιμη συνεργασία της GRUNDFOS ΕΛΛΑΣ ΑΕ.

Λέξεις κλειδιά: Κυκλοφορητές, φυγόκεντρες αντλίες, υδρολίπαντη αντλία, εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή σήμανση κυκλοφορητών, συστήματα κεντρικής θέρμανσης, κτήρια της Αττικής,

Abstract

This thesis is being studied to assess the potential benefits of upgrading the circulators, which are used in hot water heating systems in Athens and Piraeus.

The circulator is a type of centrifugal pump which is used for the circulation of hot water used in heating systems. Developments in technology have led to the design and manufacture of high energy efficiency circulators, ie circulators with high efficiency and low energy consumption, as well as electronic circulators (ie circulators with electronic speed control), which have dramatically lower energy consumption compared to the conventional circulators.

It is a fact that at in European Union there has been a turn to new types of circulators with positive results in energy savings. However, the penetration of these new circulators in Greece has been delayed. The potential energy savings from the possible upgrade of the installed circulators in Greece is important, since the majority of buildings eg in Attica predate the 1980s and are equipped with antiquated circulators with high energy consumption.

For this purpose, data from the 2001 census (NSS's database) was collected concerning the buildings of Attica. Then a classification of buildings was made based on the use and construction period of the buildings using also data published by the NSS from 2001 to 2008. As a result there has been estimated the population base of circulators in the relevant geographical area.

Then, there has been estimated the consumption of circulators based on the use and the age of the building, in which the circulator is located. Based on this assumption the total consumption of electricity per year due to circulation was calculated.

Finally, some indicative scenarios, which considered the replacement of old circulators with new high efficient ones, were examined. At this point, the estimated benefit from the replacement on both energy and economical terms was calculated.

The study was conducted with the valuable cooperation of GRUNDFOS HELLAS SA.

Key words: Circulators, centrifugal pumps, self-lubricated pump (water-lubricated), energy saving, energy labeling for circulators, central heating systems, buildings of Attica.

Κατάλογος συμβόλων

ΕΣΥΕ: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος

Q: παροχή

H: μανομετρικό ύψος

η : απόδοση

NPSH: Καθαρή θετική πίεση αναρρόφησης

P_{hydr} : Υδροδυναμική Ισχύς

P_{ref} : Ισχύς αναφοράς

EEI : energy efficiency index

EE: Ευρωπαϊκή Ένωση

NVP: Καθαρή Παρούσα Αξία

C: η αρχική επένδυση

Ft: η ετήσια ΚΤΡ (καθαρή ταμειακή ροή)

N: η διάρκεια οικονομικής ζωής της επένδυσης

I: το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

SVN: η απομένουσα αξία της επένδυσης

1 Εισαγωγή

1.1 Γενική τοποθέτηση του υπό εξέταση θέματος

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την εκτίμηση των ωφελημάτων από την ενδεχόμενη αναβάθμιση των κυκλοφορητών ζεστού νερού συστημάτων κεντρικής θέρμανσης στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών-Πειραιώς, δηλαδή στον νομό Αττικής. Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε με τη συνεργασία της GRUNDFOS ΕΛΛΑΣ ΑΕ.

Η Grundfos ιδρύθηκε το 1945 από τον Poul Due Jensen. Στην αρχή ονόμασε την εταιρεία του "Bjerringbro Pressestøberi og Maskinfabrik" (Bjerringbro Die-Casting and Machine Factory) και το 1968, μετά από διάφορες αλλαγές του ονόματος, η εταιρεία απέκτησε το τωρινό της όνομα, GRUNDFOS. Σήμερα ο Όμιλος Grundfos ανήκει στο Ίδρυμα Poul Due Jensen.

Με ετήσια παραγωγή 16 εκατομμυρίων αντλιών, η Grundfos είναι ένας από τους ηγέτες στην παγκόσμια αγορά αντλιών. Κυκλοφορητές (UP), υποβρύχιες αντλίες (SP), και φυγοκεντρικές αντλίες (CR) είναι τρεις από τις κύριες ομάδες προϊόντων. Σήμερα, η Grundfos είναι ο μεγαλύτερος κατασκευαστής κυκλοφορητών στον κόσμο, καλύπτοντας σχεδόν το 50% της παγκόσμιας αγοράς. Εκτός από τις αντλίες, η Grundfos κατασκευάζει τους ηλεκτρικούς κινητήρες για τις αντλίες και έχει μια σημαντική παραγωγή ηλεκτρικών κινητήρων για άλλες εφαρμογές. Επιπλέον, η Grundfos αναπτύσσει και προμηθεύει προηγμένα ηλεκτρονικά για τον έλεγχο των αντλιών και άλλων συστημάτων.

Οι εταιρείες παραγωγής της Grundfos έχουν πιστοποιηθεί με το ISO 9002, το οποίο καλύπτει πιστοποίηση ποιότητας μέσα στην παραγωγή.

Η εταιρεία, πρωτοπόρος στην παραγωγή και εμπορία αντλιών υψηλής ποιότητας σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει πρωτοστατήσει σε συνεργασία με άλλες Ευρωπαϊκές εταιρείες του κλάδου στη θεσμοθέτηση και εφαρμογή τόσο της ενεργειακής σήμανσης των κυκλοφορητών όσο και της διάδοσης των ηλεκτρονικών κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής απόδοσης [18].

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν και αφορούν τα κτήρια του νομού Αττικής προέρχονται από την απογραφή του 2001 (πηγή ΕΣΥΕ) αλλά και από στοιχεία που εξέδωσε ετησίως η ΕΣΥΕ από το 2001 έως το 2008.

Πιο συγκεκριμένα έγινε μια εκτίμηση του πληθυσμού της εγκατεστημένης βάσης κυκλοφορητών στην υπό εξέταση γεωγραφική περιοχή καθώς και της ενεργειακής κατανάλωσης των τυπικών κυκλοφορητών ανά είδος κτηρίου. Τέλος έγινε μια εκτίμηση του κόστους/οφέλους από την αντικατάσταση των παλαιών με νέους κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης A.

1.2 Κατανάλωση ενέργειας και κτήρια

1.2.1 Κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αναλογεί στο 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη. Ο οικιακός και τριτογενής κτηριακός

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

τομέας αποτελούν πλέον τον μεγαλύτερο τελικό καταναλωτή ενέργειας εκτοπίζοντας τους παραδοσιακούς μεγάλους καταναλωτές, τη βιομηχανία και τις μεταφορές.

Επί πλέον η παραγωγή και η χρήση ενέργειας είναι η αιτία για το 94% των εκπομπών CO₂, με ένα σημαντικό μερίδιο τουλάχιστον 45% να αναλογεί στον κτηριακό τομέα. Είναι γνωστό ότι εκτός από το περιβάλλον η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας έχει αρνητικές επιπτώσεις και στον παράγοντα της ασφάλειας εφοδιασμού. Εάν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα η ενεργειακή εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπεται να φτάσει το 70% μέχρι το 2030.

Ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας είναι εφικτό για τα κτήρια, καθώς εκτιμάται ότι με απλές και ενεργειακά αποδοτικές τεχνικές μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 22% μέχρι το 2020. Ειδικότερα για τη θέρμανση των κτηρίων πάνω από 10 εκατομμύρια οικιακοί λέβητες και κυκλοφορητές από τους συνολικά εγκατεστημένους στην ΕΕ είναι παλαιότεροι από 20 ετών και η αντικατάστασή τους μπορεί να επιφέρει 5% εξοικονόμηση ενέργειας.

Εκτιμάται ότι τα ενεργειακά οφέλη που μπορούν να προκύψουν με τη μεγιστοποίηση της χρήσης διαθέσιμων και ενεργειακά αποδοτικών αλλά και οικονομικά βιώσιμων τεχνολογιών στα ευρωπαϊκά κτήρια αντιστοιχούν με μείωση της παρούσας χρήσης πετρελαίου κατά 10% και μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων κατά 20%.

Είναι γεγονός ότι σε ημερήσια βάση η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτήρια ξεπερνά τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου, ποσότητα περίπου ίση με την συνολική παραγωγή των χωρών ΟΠΕΚ.

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτηρίων απορροφά κατά μέση τιμή το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από το 20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30%.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4,6Μtoe και αντιστοιχούν σε 0,5toe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων είναι περίπου 1,8%.

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων οφείλεται αφενός στην κάλυψη των αναγκών που σχετίζονται με την διατήρηση της θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων και αφετέρου στην κατανάλωση ειδικών συσκευών. Και ενώ η δεύτερη θεωρείται πρακτικά ανελαστική, παρατηρείται ότι η θέρμανση που αποτελεί και την σημαντικότερη ειδική ενεργειακή κατανάλωση για όλα τα κτήρια στην χώρα όπως και ο φωτισμός είναι χρήσεις όπου αποδεδειγμένα υπάρχουν περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας[7].

1.2.2 Η νέα οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων

Με τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (οδηγία 2002/09/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002, με την οποία όφειλαν να συμμορφωθούν τα κράτη μέλη ως την 4^η Ιουλίου του 2006) επιχειρείται να δοθεί μια σημαντική ώθηση στην ενεργειακή αναβάθμιση τόσο των νέων όσο και των υφιστάμενων κτηρίων. Οι βασικοί στόχοι της νέας Οδηγίας είναι η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση με οικονομικά αποδοτικά μέτρα και τη σύγκλιση των κτηριακών προτύπων με αυτά άλλων κρατών-μελών που έχουν ήδη υψηλά επίπεδα απαιτήσεων.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.3 Παρούσα κατάσταση στην ευρύτερη περιοχή του νομού Αττικής

Οι κυκλοφορητές είναι αντλίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του ζεστού νερού στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης κτηρίων όπως κατοικιών, κτηρίων επαγγελματικής χρήσης κτλ. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στο σχεδιασμό και την παραγωγή κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής κλάσης, δηλαδή μεγάλου βαθμού απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς επίσης και ηλεκτρονικών κυκλοφορητών (δηλαδή κυκλοφορητών με ηλεκτρονικό έλεγχο στροφών), οι οποίοι παρουσιάζουν δραματικά μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με τους συμβατικούς κυκλοφορητές.

Είναι γεγονός πως σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει παρατηρηθεί μια στροφή προς τους νέους τύπους κυκλοφορητών με θετικά αποτελέσματα στον τομέα της ενεργειακής εξοικονόμησης. Δυστυχώς η διείσδυση των νέων αυτών κυκλοφορητών στην Ελλάδα έχει καθυστερήσει. Η δυνατότητες ενεργειακής εξοικονόμησης από την ενδεχόμενη αναβάθμιση της εγκατεστημένης βάσης κυκλοφορητών στην Ελλάδα είναι σημαντική, μιας και η πλειονότητα των κτηρίων πχ στο νομό Αττικής χρονολογούνται πριν τη δεκαετία του 1980 και είναι εξοπλισμένα με πεπαλαιωμένους κυκλοφορητές υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

Όπως φαίνεται και από τα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα υποκεφάλαια ο κτηριακός τομέας είναι ιδιαίτερα απαιτητικός ενεργειακά. Σε μια εποχή που η εξοικονόμηση ενέργειας, τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους όσο και για λόγους μείωσης της εξάρτησης από τις χώρες παραγωγής και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πόρων, είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, είναι σκόπιμο να μην μείνει ανεκμετάλλευτη και η παραμικρή δυνατότητα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης.

1.4 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα εργασία απαρτίζεται από 6 κεφάλαια. Παρακάτω αναπτύσσεται διεξοδικά το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου. Παράλληλα γίνεται προσπάθεια να αναλυθεί το σκεπτικό με το οποίο διαρθρώθηκε και οργανώθηκε το παρόν σύγγραμμα.

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

Παρουσιάζεται ο γενικότερος σκοπός για τον οποίο εκπονήθηκε η εργασία αναλύοντας την παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση και την εγκατεστημένη βάση των κυκλοφορητών αλλά και την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα.

Κεφάλαιο 2 - Τα κτήρια στο Νομό Αττικής

Παρουσιάζεται, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001, ο αριθμός των κτηρίων στην ευρύτερη περιοχή του νομού Αττικής. Παράλληλα γίνεται μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των κτηρίων με βάση την κύρια χρήση τους καθώς και τη χρονική περίοδο κατασκευής τους. Στόχος είναι να γίνει μια εκτίμηση του πληθυσμού της εγκαταστημένης βάσης των κυκλοφορητών στην υπό εξέταση γεωγραφική περιοχή.

Κεφάλαιο 3 - Κυκλοφορητές

Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στα συστήματα θέρμανσης, στις φυγόκεντρες αντλίες και κατά συνέπεια στους κυκλοφορητές. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η εξέλιξη της τεχνολογίας των κυκλοφορητών. Επίσης γίνεται μια αναφορά στην κατηγοριοποίηση των κυκλοφορητών και την ενεργειακή σήμανσή τους. Τέλος γίνεται μια

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

εκτίμηση του μεγέθους και της ισχύος του κυκλοφορητή που αντιστοιχεί σε κάθε είδος κτηρίου ανάλογα με τη χρήση και την παλαιότητά του.

Κεφάλαιο 4 - Εξοικονόμηση ενέργειας

Στο 4^ο κεφάλαιο και σύμφωνα με τις εκτιμήσεις και τις παραδοχές των προηγούμενων κεφαλαίων γίνεται ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης που οφείλεται στη λειτουργία των εν ενεργεία κυκλοφορητών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται διάφορα σενάρια αντικατάστασης των πεπαλαιωμένων εν λειτουργία κυκλοφορητών με νέους υψηλής ενεργειακής απόδοσης και σε κάθε περίπτωση υπολογίζεται η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και τα περιβαλλοντικά οφέλη.

Κεφάλαιο 5 - Οικονομική ανάλυση

Το κεφάλαιο 5 περιλαμβάνει την ανάλυση κόστους/οφέλους από την ενδεχόμενη αντικατάσταση των παλαιών με νέους κυκλοφορητές. Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται τόσο το ενδεχόμενο οικονομικό όφελος από την αντικατάσταση των εγκατεστημένων εν λειτουργία κυκλοφορητών με νέους ενεργειακής κλάσης A καθώς και το ενδεχόμενο όφελος από την αντικατάσταση ενός εγκατεστημένου κυκλοφορητή με έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A σε περίπτωση βλάβης του πρώτου .

Κεφάλαιο 6 - Συμπεράσματα

Αποτελεί το τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας. Παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα της μελέτης καθώς και οι πιθανές ωφέλειες από την αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων με νέους κυκλοφορητές.

2 Τα κτήρια στο Νομό Αττικής

2.1 Γενικά

Με τον όρο νομό Αττικής λογίζεται η περιφέρεια Αττικής που βρίσκεται στην κεντρική Ελλάδα και ειδικότερα καταλαμβάνει το νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας. Έχει έκταση 3.808 km² και καλύπτει το 2,9% της συνολικής έκτασης της χώρας. Έχει έδρα την Αθήνα, την διοικητική πρωτεύουσα της χώρας.

Ο νομός Αττικής αποτελεί των πιο πυκνοκατοικημένο νομό της Ελλάδας εφόσον σε αυτόν ανήκουν η πρωτεύουσα Αθήνα και το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας, το λιμάνι του Πειραιά.

Διοικητική Διαίρεση

Ο Νομός Αττικής διαιρείται σε τέσσερις νομαρχίες που προστίθενται αυτόνομα στον αριθμό των λοιπών νομών της Ελλάδος, τη Νομαρχία Αθηνών, τη Νομαρχία Πειραιώς, τη Νομαρχία Ανατολικής Αττικής και τη Νομαρχία Δυτικής Αττικής.

Στη Νομαρχία Αθηνών εντοπίζεται το αστικό κομμάτι της πρωτεύουσας μαζί με τα προάστια της σε ύψος πιο ήπιας δόμησης, συγκεντρώνοντας αρκετά υψηλές αξίες σε σύγκριση με το κέντρο, σε αντίθεση με άλλες ευρωπαϊκές πόλεις.

Στη Νομαρχία Πειραιώς εντοπίζεται η ναυτιλιακή πόλη του Πειραιά, μαζί με τις χερσαίες εργατοπόλεις και προάστια του, αλλά και τις νήσους του Αργοσαρωνικού Κόλπου που δε θα μπορούσαν να απουσιάζουν από ένα τόσο σημαντικό λιμένα της Ελλάδος.

Η Νομαρχία Ανατολικής Αττικής καταλαμβάνει το βορειοανατολικό και το νοτιοανατολικό χερσαίο άκρο του Νομού, όπισθεν των ορέων που τη χωρίζουν από το "κλεινόν άστν".

Στη Νομαρχία Δυτικής Αττικής εντοπίζεται το σύγχρονο δυτικό άκρο του νομού, από τα δυτικά όρη του άστεως και περίπου έως τον Ισθμό της Κορίνθου που τη χωρίζουν από την Πελοπόννησο.

Στο Παράρτημα Β παρατίθενται οι χάρτες των τεσσάρων νομαρχιών του Νομού Αττικής.

Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Η Περιφέρεια Αττικής συγκεντρώνει ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2001 της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος ο πληθυσμός της Περιφέρειας ανερχόταν σε 3.761.810 κατοίκους και κάλυπτε το ένα τρίτο (36%) του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού της Αττικής άρχισε να φθίνει σταδιακά. Κατά την δεκαετία του 90 όμως και κυρίως χάρη στην μετανάστευση ανακόπηκε η πτώση. Ο σημερινός πληθυσμός ετεροδημοτών στην περιφέρεια υπολογίστηκε στις 1.142.056 και ο αριθμός αλλοδαπών στις 376.732. Πιθανότατα ο πραγματικός αριθμός των αλλοδαπών είναι μεγαλύτερος όμως, καθώς υπάρχει σημαντικό ποσοστό παράνομων μεταναστών που ίσως ήθελαν να αποφύγουν την απογραφή τους.

Η Αττική είναι μία από τις τέσσερις περιφέρειες της χώρας στις οποίες σημειώνεται φυσική αύξηση του πληθυσμού, με αυξανόμενο μάλιστα ρυθμό από το 1999. Μεταξύ των

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

απογραφών 1991 και 2001 ο πληθυσμός της αυξήθηκε 6,8%, αύξηση σχεδόν ίση με του συνόλου της χώρας (6,9%).

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν και σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος γίνεται μια κατηγοριοποίηση των κτηρίων ποσοτικά βάσει της χρήσης τους αλλά και της χρονολογίας κατασκευής τους[30].

2.2 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της κύριας χρήσης τους

Αρχικά γίνεται μια προσπάθεια να προσεγγιστεί ο αριθμός των κτηρίων βάσει της κύριας χρήσης τους. Συγκεκριμένα και σύμφωνα με τις κατηγορίες που προβλέπονται από την ΕΣΥΕ τα κτήρια χωρίζονται σε: κατοικίες, εκκλησίες/μοναστήρια, ξενοδοχεία, εργοστάσια/εργαστήρια, σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ), νοσοκομεία/κλινικές και άλλες χρήσεις[25].

Στη συνέχεια παρατίθεται οι πίνακες οι οποίοι παρουσιάζουν αναλυτικά για κάθε νομαρχία του νομού Αττικής τον αριθμό των κτηρίων που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία καθώς και τον αριθμό των κανονικών κατοικιών (νοικοκυριά).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Αποκλειστική χρήση κτηρίων του νομού Αττικής

Αττική	Σύνολο κτηρίων αποκλειστικής χρήσης	Αποκλειστική χρήση κτηρίων									Αριθμός κανονικών κατοικιών
		Κατοικίες	Εκκλησίες - Μοναστήρια	Ξενοδοχεία	Εργοστάσια - Εργαστήρια	Σχολικά κτήρια	Καταστήματα - Γραφεία	Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	Άλλες χρήσεις	
Αττική	660.506	586.730	2.787	999	8.668	2.758	23.777	465	483	33.839	1.360.233
Αστικές Περιοχές	631.136	562.645	2.231	775	8.492	2.685	23.093	465	473	30.277	1.331.786
Αγροτικές Περιοχές	29.370	24.085	556	224	176	73	684	0	10	3.562	28.447
Νομαρχία Αθηνών	290.697	259.908	637	348	3.906	1.728	13.023	418	324	10.405	850.933
Αστικές Περιοχές	290.697	259.908	637	348	3.906	1.728	13.023	418	324	10.405	850.933
Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	182.025	163.676	871	152	1.895	384	4.070	0	73	10.904	227.416
Αστικές Περιοχές	172.013	155.313	716	151	1.807	362	3.827	0	67	9.770	217.596
Αγροτικές Περιοχές	10.012	8.363	155	1	88	22	243	0	6	1.134	9.820
Νομαρχία Δυτικής Αττικής	59.933	50.703	276	45	1.216	197	1.841	0	11	5.644	64.837
Αστικές Περιοχές	55.656	46.727	240	38	1.214	195	1.785	0	11	5.446	60.260
Αγροτικές Περιοχές	4.277	3.976	36	7	2	2	56	0	0	198	4.577
Νομαρχία Πειραιώς	127.851	112.443	1.003	454	1.651	449	4.843	47	75	6.886	217.047
Αστικές Περιοχές	112.770	100.697	638	238	1.565	400	4.458	47	71	4.656	202.997
Αγροτικές Περιοχές	15.081	11.746	365	216	86	49	385	0	4	2.230	14.050

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: Μικτή χρήση κτηρίων (βάσει της κύριας χρήσης) του νομού Αττικής

Αττική	Σύνολο κτηρίων μικτής χρήσης	Μικτή χρήση κτηρίων (Βάσει της κύριας χρήσης)									Αριθμός κανονικών κατοικιών
		Κατοικίες	Εκκλησίες – Μοναστήρια	Ξενοδοχεία	Εργοστάσια – Εργαστήρια	Σχολικά κτήρια	Καταστήματα – Γραφεία	Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	Άλλες χρήσεις	
Αττική	94.222	76.477	323	352	1.507	351	9.847	44	67	5.254	488.133
Αστικές Περιοχές	92.460	75.618	290	197	1.476	346	9.609	43	63	4.818	485.940
Αγροτικές Περιοχές	1.762	859	33	155	31	5	238	1	4	436	2.193
Νομαρχία Αθηνών	65.622	56.903	88	39	809	227	5.537	25	41	1.953	407.432
Αστικές Περιοχές	65.622	56.903	88	39	809	227	5.537	25	41	1.953	407.432
Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	8.459	4.221	104	46	347	52	1.832	4	11	1.842	15.439
Αστικές Περιοχές	8.048	4.105	90	43	332	50	1.755	4	9	1.660	14.948
Αγροτικές Περιοχές	411	116	14	3	15	2	77	0	2	182	491
Νομαρχία Δυτικής Αττικής	3.715	1.843	41	27	145	18	966	9	0	666	5.546
Αστικές Περιοχές	3.576	1.812	34	5	143	17	923	9	0	633	5.388
Αγροτικές Περιοχές	139	31	7	22	2	1	43	0	0	33	158
Νομαρχία Πειραιώς	16.426	13.510	90	240	206	54	1.512	6	15	793	59.716
Αστικές Περιοχές	15.214	12.798	78	110	192	52	1.394	5	13	572	58.172
Αγροτικές Περιοχές	1.212	712	12	130	14	2	118	1	2	221	1.544

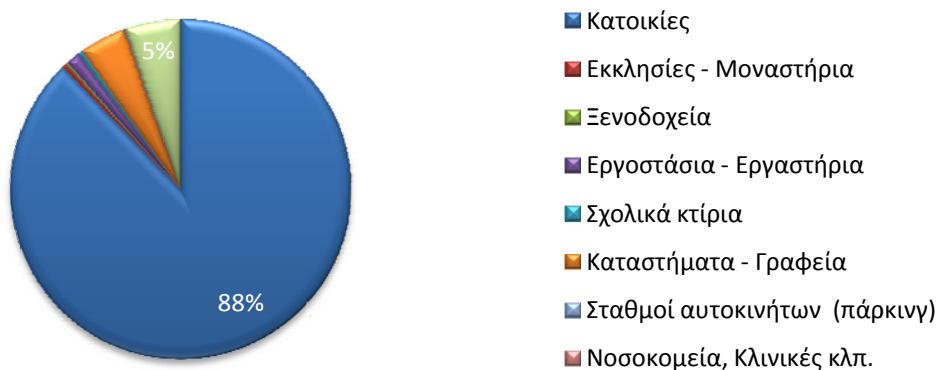
Συνδυάζοντας τα στοιχεία που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες προκύπτει ο παρακάτω πίνακας, ο οποίος παρουσιάζει συνολικά των αριθμό των κτηρίων ανά κύρια χρήση για τον νομό Αττικής και ανεξάρτητα αν πρόκειται για μικτή ή αποκλειστική χρήση.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3:Συνολικά ο αριθμός των κτηρίων ανά χρήση στο νομό Αττικής

Σύνολο Αττικής	Σύνολο κτηρίων	Αποκλειστική και μικτή χρήση κτηρίων									Αριθμός κανονικών κατοικιών
		Κατοικίες	Εκκλησίες - Μοναστήρια	Ξενοδοχεία	Εργοστάσια - Εργαστήρια	Σχολικά κτήρια	Καταστήματα - Γραφεία	Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ) Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	Άλλες χρήσεις		
Αττική	754.728	663.207	3.110	1.351	10.175	3.109	33.624	509	550	39.093	1.848.366
Αστικές Περιοχές	723.596	638.263	2.521	972	9.968	3.031	32.702	508	536	35.095	1.817.726
Αγροτικές Περιοχές	31.132	24.944	589	379	207	78	922	1	14	3.998	30.640
Νομαρχία Αθηνών	356.319	316.811	725	387	4.715	1.955	18.560	443	365	12.358	1.258.365
Αστικές Περιοχές	356.319	316.811	725	387	4.715	1.955	18.560	443	365	12.358	1.258.365
Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	190.484	167.897	975	198	2.242	436	5.902	4	84	12.746	242.855
Αστικές Περιοχές	180.061	159.418	806	194	2.139	412	5.582	4	76	11.430	232.544
Αγροτικές Περιοχές	10.423	8.479	169	4	103	24	320	0	8	1.316	10.311
Νομαρχία Δυτικής Αττικής	63.648	52.546	317	72	1.361	215	2.807	9	11	6.310	70.383
Αστικές Περιοχές	59.232	48.539	274	43	1.357	212	2.708	9	11	6.079	65.648
Αγροτικές Περιοχές	4.416	4.007	43	29	4	3	99	0	0	231	4.735
Νομαρχία Πειραιώς	144.277	125.953	1.093	694	1.857	503	6.355	53	90	7.679	276.763
Αστικές Περιοχές	127.984	113.495	716	348	1.757	452	5.852	52	84	5.228	261.169
Αγροτικές Περιοχές	16.293	12.458	377	346	100	51	503	1	6	2.451	15.594

Τα στοιχεία φαίνονται συνοπτικά στο παρακάτω γράφημα.



Σχήμα 2.1: Ποσοστιαία απεικόνιση των κτηρίων του νομού Αττικής ανά είδος χρήσης. Τα ποσοστά είναι τα εξής: Κατοικίες 87,9%, οι εκκλησίες/μοναστήρια 0,4%, τα ξενοδοχεία 0,2%, τα εργοστάσια/εργαστήρια 1,3%, τα σχολικά κτήρια 0,4%, τα καταστήματα/γραφεία 4,5%, τα νοσοκομεία/κλινικές 0,1%, τα πάρκινγκ 0,1% και για άλλες χρήσεις 5,2%.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4: Κτήρια κατοικιών ανά χρήση και αριθμό των κανονικών κατοικιών τους

Σύνολο Αττικής	Κτήρια κατά χρήση και αριθμό των κανονικών κατοικιών τους															
	Σύνολο κτηρίων, αποκλειστικής χρήσης	Αποκλειστική χρήση για στέγαση νοικοκυριών με αριθμό κανονικών κατοικιών							Σύνολο κτηρίων μικτής χρήσης	Μικτή χρήση κυρίως για στέγαση νοικοκυριών με αριθμό κανονικών κατοικιών						
		Σύνολο	1	2	3 - 5	6 - 15	16-30	31 και άνω		Σύνολο	1	2	3 - 5	6 - 15	16-30	31 και άνω
Αττική	660.506	586.730	335.174	114.027	94.061	36.992	5.890	586	94.222	76.477	17.423	15.082	19.155	17.136	6.507	1.174
Αστικές Περιοχές	631.136	562.645	314.336	111.351	93.549	36.933	5.890	586	92.460	75.618	16.729	14.973	19.104	17.131	6.507	1.174
Αγροτικές Περιοχές	29.370	24.085	20.838	2.676	512	59	0	0	1.762	859	694	109	51	5	0	0
Νομαρχία Αθηνών	290.697	259.908	93.228	63.812	67.372	29.627	5.332	537	65.622	56.903	9.842	10.718	14.677	14.596	5.954	1.116
Αστικές Περιοχές	290.697	259.908	93.228	63.812	67.372	29.627	5.332	537	65.622	56.903	9.842	10.718	14.677	14.596	5.954	1.116
Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	182.025	163.676	130.748	21.476	8.749	2.588	112	3	8.459	4.221	2.227	968	749	243	27	7
Αστικές Περιοχές	172.013	155.313	123.452	20.611	8.558	2.577	112	3	8.048	4.105	2.134	952	742	243	27	7
Αγροτικές Περιοχές	10.012	8.363	7.296	865	191	11	0	0	411	116	93	16	7	0	0	0
Νομαρχία Δυτικής Αττικής	59.933	50.703	41.546	6.768	2.069	298	22	0	3.715	1.843	1.118	444	230	45	6	0
Αστικές Περιοχές	55.656	46.727	38.088	6.305	2.016	296	22	0	3.576	1.812	1.096	437	228	45	6	0
Αγροτικές Περιοχές	4.277	3.976	3.458	463	53	2	0	0	139	31	22	7	2	0	0	0
Νομαρχία Πειραιώς	127.851	112.443	69.652	21.971	15.871	4.479	424	46	16.426	13.510	4.236	2.952	3.499	2.252	520	51
Αστικές Περιοχές	112.770	100.697	59.568	20.623	15.603	4.433	424	46	15.214	12.798	3.657	2.866	3.457	2.247	520	51
Αγροτικές Περιοχές	15.081	11.746	10.084	1.348	268	46	0	0	1.212	712	579	86	42	5	0	0

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει τα κτήρια κατοικιών ανά χρήση (αποκλειστική ή μεικτή) και τον αριθμό των νοικοκυριών που τα χρησιμοποιούν για στέγαση.

Στη συνέχεια έγινε η εξής παραδοχή: ότι τα κτήρια που χρησιμοποιούνται για τη στέγαση ενός μόνο νοικοκυριού ονομάζονται από δω και στο εξής μονοκατοικίες, τα κτήρια που χρησιμοποιούνται για την στέγαση δύο νοικοκυριών ονομάζονται διπλοκατοικίες, οι πολυκατοικίες που χρησιμοποιούνται για την στέγαση των τριών έως πέντε νοικοκυριών ονομάζονται μικρές πολυκατοικίες και τα κτήρια που χρησιμοποιούνται για την στέγαση περισσότερων από πέντε νοικοκυριών μεγάλες πολυκατοικίες.

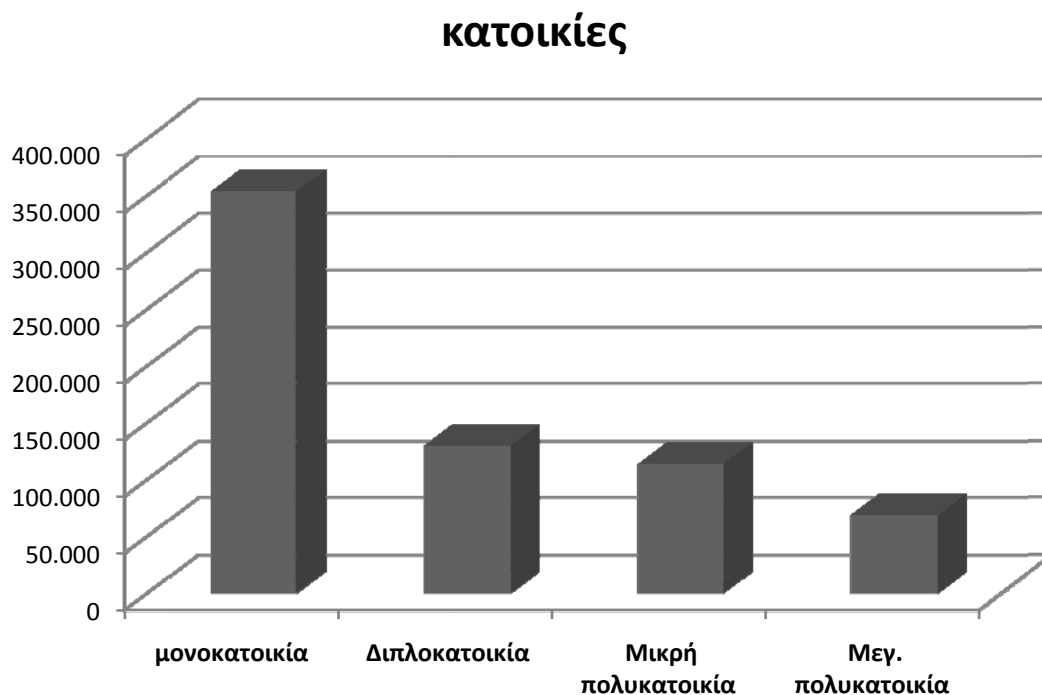
Επομένως συνολικά από αποκλειστική και μεικτή χρήση και βάσει της παραπάνω κατηγοριοποίησης προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5: Αριθμός κτηρίων κατοικιών ανά είδος κατοικίας

Σύνολο Αττικής	κτήρια κατά τον αριθμό των κανονικών κατοικιών τους				
	Σύνολο	1	2	3 – 5	>5
Αττική	663.207	352.597	129.109	113.216	68.285
Αστικές Περιοχές	638.263	331.065	126.324	112.653	68.221
Αγροτικές Περιοχές	24.944	21.532	2.785	563	64
Νομαρχία Αθηνών	316.811	103.070	74.530	82.049	57.162
Αστικές Περιοχές	316.811	103.070	74.530	82.049	57.162
Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	167.897	132.975	22.444	9.498	2.980
Αστικές Περιοχές	159.418	125.586	21.563	9.300	2.969
Αγροτικές Περιοχές	8.479	7.389	881	198	11
Νομαρχία Δυτικής Αττικής	52.546	42.664	7.212	2.299	371
Αστικές Περιοχές	48.539	39.184	6.742	2.244	369
Αγροτικές Περιοχές	4.007	3.480	470	55	2
Νομαρχία Πειραιώς	125.953	73.888	24.923	19.370	7.772
Αστικές Περιοχές	113.495	63.225	23.489	19.060	7.721
Αγροτικές Περιοχές	12.458	10.663	1.434	310	51

Στη συνέχεια παρατίθεται ένα γράφημα που παρουσιάζει συνοπτικά των αριθμό των κατοικιών ανά είδος κατοικίας και για το σύνολο του νομού Αττικής.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής



Σχήμα 2.2: Απεικόνιση γραφικά του αριθμού των κατοικιών ανά είδος (μονοκατοικία, διπλοκατοικία, μικρή πολυκατοικία, μεγάλη πολυκατοικία) για το σύνολο του νομού Αττικής

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω γράφημα περίπου το 53% των κατοικιών είναι μονοκατοικίες, το 19% είναι διπλοκατοικίες, το 17% είναι μικρές πολυκατοικίες και το 10% είναι μεγάλες πολυκατοικίες.

2.3 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της περιόδου κατασκευής

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει μια κατάταξη των κτηρίων του νομού Αττικής βάσει της περιόδου κατασκευής τους.

2.3.1 Σύνολο κτηρίων Νομού Αττικής

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ από τη απογραφή του 2001 και συνολικά για τα κτήρια του Νομού Αττικής υπάρχει κατάταξή τους ανά χρονική περίοδο κατασκευής[12].

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6: Κτήρια του νομού Αττικής ανά χρονική περίοδο κατασκευής (Πηγή ΕΣΥΕ)

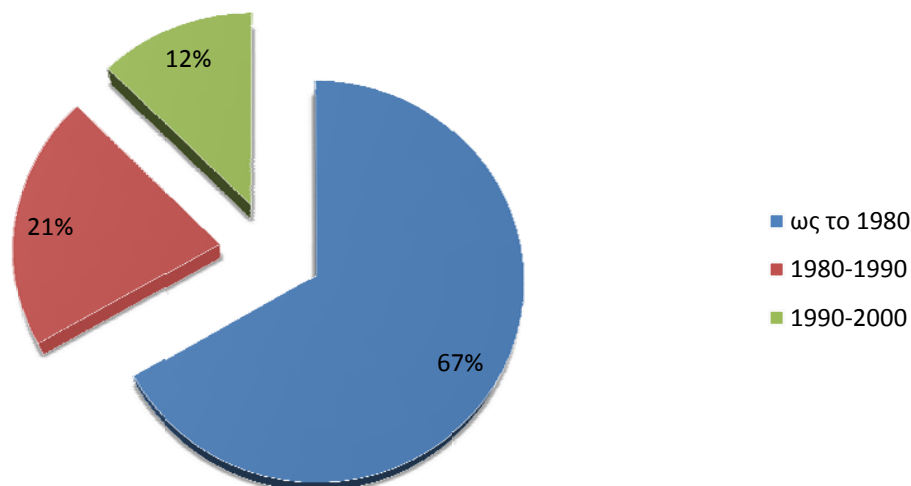
Σύνολο Αττικής	Σύνολο κτηρίων	Χρονική περίοδος κατασκευής								
		Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 έως 2001
Αττική	754.728	7.680	33.620	107.899	161.155	179.622	87.988	64.293	50.790	41.534

Για την ανάλυση που θα ακολουθήσει στη συνέχεια διαχωρίσουμε τρεις μεγάλες περιόδους κατασκευής: έως το 1980, 1981-1990, 1991-2000. Στη συνέχεια θα προστεθεί και η περίοδος κατασκευής 2001-2008.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

Στο ακόλουθο γράφημα παρουσιάζονται συνοπτικά τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα.

Χρονική Περίοδος κατασκευής



Σχήμα 2.3: Ποσοστιαία απεικόνιση των κτηρίων του νομού Αττικής βάσει της περιόδου κατασκευής. Από το παραπάνω γράφημα είναι φανερό ότι η πλειονότητα των κτηρίων του νομού Αττικής είναι κατασκευασμένα πριν τη δεκαετία του '80, συνεπώς έχουν εγκατεστημένα στα συστήματα θέρμανσης παλιά τεχνολογία κυκλοφορητών. Ήδη λοιπόν από μια πρώτη προσέγγιση φαίνεται να υπάρχει σημαντικό δυναμικό αντικατάστασης παλαιών με νέους κυκλοφορητές υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

2.3.2 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της χρήσης και της περιόδου κατασκευής

Έγινε ήδη μια κατάταξη των κτηρίων κατά χρονική περίοδο κατασκευής. Στη συνέχεια ακολουθεί η κατάταξη των κτηρίων ανά είδος χρήσης και περίοδο κατασκευής.

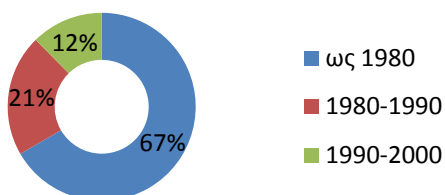
Αναλυτικά τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 παρατίθενται σε πίνακες στο παράρτημα Α[12].

Ακολουθούν επτά σχήματα που απεικονίζουν σε ποσοστά την περίοδο κατασκευής ανά είδος χρήσης κτηρίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν παρουσιάζονται τα σχήματα που αντιστοιχούν στα κτήρια που χρησιμοποιούνται ως σταθμοί αυτοκινήτων αλλά ούτε και αυτών των οποίων η χρήση δεν είναι γνωστή. Αυτό συμβαίνει γιατί στην συνέχεια δεν θα χρησιμοποιηθούν στην μελέτη.

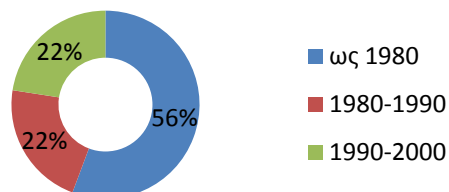
Όπως φαίνεται οι εκκλησίες και τα μοναστήρια είναι τα πιο παλιά κτήρια, ενώ σχεδόν τα μισά από τα σχολικά κτήρια έχουν κατασκευαστεί μετά από το 1980. Ωστόσο η πλειονότητα των κτηρίων σε κάθε είδος χρήσης είναι κατασκευασμένα πριν από το 1980.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

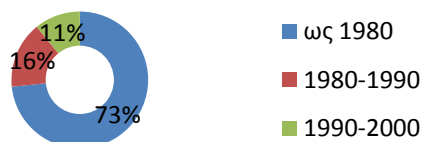
κατοικίες



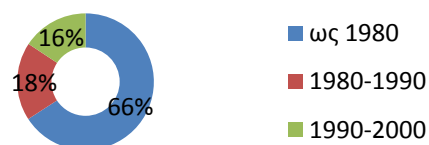
σχολικά κτήρια



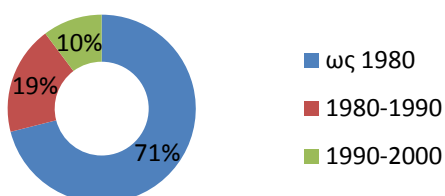
εκκλησίες- μοναστήρια



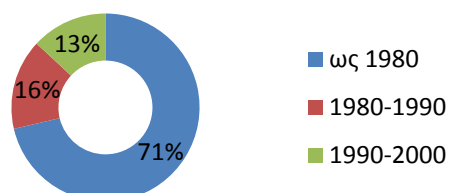
καταστήματα- γραφεία



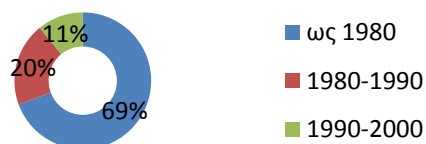
ξενοδοχεία



νοσοκομεία-κλινικές



εργοστάσια- εργαστήρια



Σχήμα 2.4: Ποσοστιαία απεικόνιση κάθε είδους κτηρίου βάσει της περιόδου κατασκευής

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

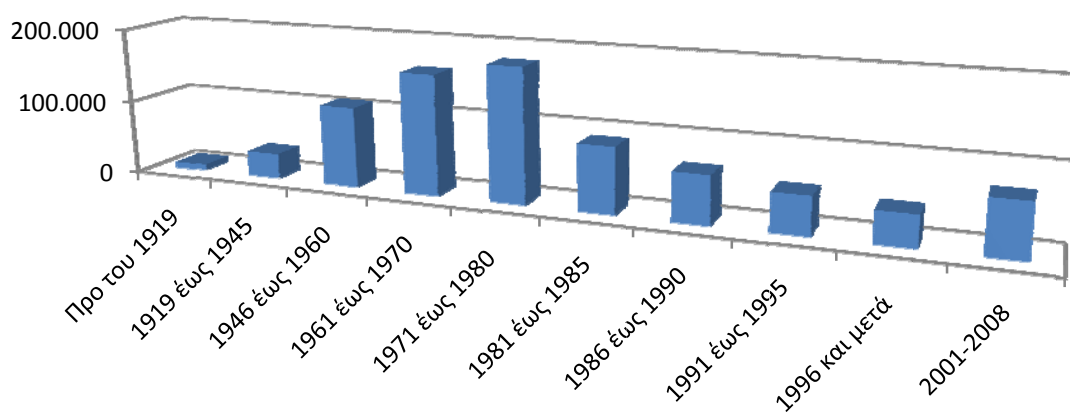
2.4 Κατηγοριοποίηση των κτηρίων βάσει της χρήσης και της περιόδου κατασκευής και μετά το 2000.

Στα προηγούμενα υποκεφάλαια έγινε επεξεργασία των στοιχείων της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001. Ωστόσο στόχος ήταν να μην περιοριστεί η μελέτη στα κτήρια που κατασκευάστηκαν ως το 2001 αλλά να προστεθούν και στοιχεία για τα κτήρια που κατασκευάστηκαν μετά από το 2001.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που δημοσιεύει η ΕΣΥΕ κάθε έτος υπολογίστηκε το πλήθος των κτηρίων που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008, το οποίο βρέθηκε ίσο με 70.665[25].

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7: Στοιχεία για τα κτήρια που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008

Έτος	Αριθμός κτηρίων
2001	9.891
2002	10.610
2003	9.937
2004	8.588
2005	12.925
2006	10.177
2007	8.537
2008	5.891



Σχήμα 2.5: Γραφική απεικόνιση των κτηρίων βάσει της περιόδου κατασκευής συμπεριλαμβανομένων των ετών 2001 έως 2008

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

Συγκεντρωτικά το πλήθος των κτηρίων βάσει του έτους κατασκευής φαίνεται στο διάγραμμα 2.5

Στη συνέχεια και προσπαθώντας τα κτήρια του Νομού Αττικής να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το έτος κατασκευής τους αλλά και το είδος χρήσης τους έγινε η εξής παραδοχή: υπολογίστηκε το ποσοστό ανά είδος χρήσης των κτηρίων επί του συνόλου των κτηρίων για το νομό Αττικής και στη συνέχεια θεωρήθηκε ότι και για τα έτη 2001-2008 ισχύουν τα ίδια ποσοστά ανά χρήση και επομένως υπολογίστηκε κατά προσέγγιση ο αριθμός των κτηρίων που αντιστοιχεί σε κάθε χρήση.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας πίνακας που συνοψίζει τα αποτελέσματα της παραπάνω παραδοχής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8: Αριθμός και ποσοστό κτηρίων ανά είδος χρήσης ως το 2000 και υπολογισμός του αριθμού των κτηρίων για τα έτη 2001-2008

Αττική	Ως το 2000	ποσοστό	2001-2008
Κατοικίες	663.207	87,87	62.096
Εκκλησίες - Μοναστήρια	3.110	0,41	291
Ξενοδοχεία	1.351	0,18	126
Εργοστάσια - Εργαστήρια	10.175	1,35	953
Σχολικά κτήρια	3.109	0,41	291
Καταστήματα – Γραφεία	33.624	4,46	3.148
Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	509	0,07	48
Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	550	0,07	51
Άλλες χρήσεις	39.093	5,18	3.660

Στη συνέχεια που παρόντος υποκεφαλαίου θα γίνει επεξεργασία των στοιχείων για κάθε είδος κτηρίου.

2.4.1 Κατοικίες

Σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν αναφερθεί παραπάνω οι κατοικίες που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008 είναι 62.096.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.9: Αριθμός κτηρίων κατοικιών ανά χρονική περίοδο κατασκευής συμπεριλαμβανομένων και αυτών που κατασκευάστηκαν μετά το 2001.

ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟΣ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 και 2000	2000 Έως 2008
ΣΥΝΟΛΟ	710.133	5.311	27.196	93.851	143.218	162.434	78.652	56.955	44.193	36.227	62096
ΠΟΣΟΣΤΟ	100	0,73	3,75	12,94	19,75	22,40	10,84	7,85	6,09	4,99	8,56

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής



Σχήμα 2.6: Γραφική απεικόνιση των κτηρίων κατοικιών που κατασκευάστηκαν έως το 2008 ανά χρονική περίοδο κατασκευής.

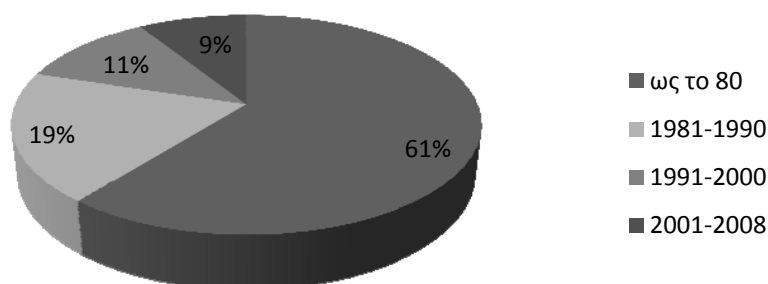
Όπως έχει ήδη αναφερθεί περίπου το 53% των κατοικιών είναι μονοκατοικίες, το 19% είναι διπλοκατοικίες, το 17% είναι μικρές πολυκατοικίες και το 10% είναι μεγάλες πολυκατοικίες. Γίνεται η παραδοχή όπως και προηγουμένως ότι τα ίδια ποσοστά θα ισχύουν και για τα κτήρια κατοικιών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται ο αριθμός ανά είδος κατοικιών για τα κτήρια κατοικιών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.10: Αριθμός των κατοικιών ανά είδος κατοικίας για κατοικίες που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008.

Είδος	Ποσοστό (%)	Αριθμός κτηρίων
Μονοκατοικία	53,17	33.013
Διπλοκατοικία	19,47	12.088
Μικρή Πολυκατοικία	17,08	10.600
Μεγάλη πολυκατοικία	10,29	6.394
Συνολικά	100,00	62.096

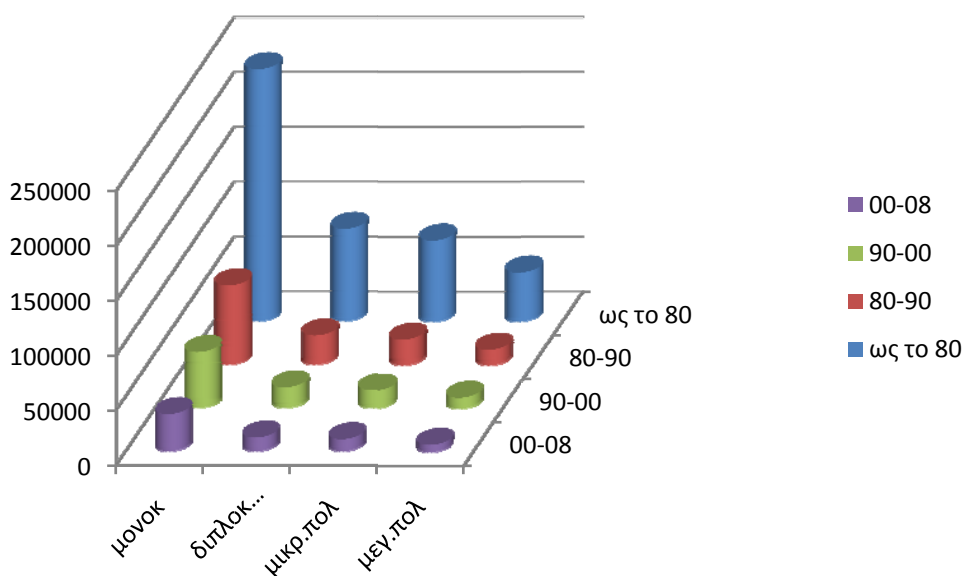
Όπως εύκολα μπορεί να υπολογιστεί από τον πίνακα 2.9 το 60,8% των κατοικιών είναι κατασκευασμένες έως τη δεκαετία του '80, το 19,1% είναι κατασκευασμένες μεταξύ του 1980 και του 1990, το 11,3% είναι κατασκευασμένες μεταξύ του 1990 και του 2000 και το 8,7% των κατοικιών είναι κατασκευασμένες από το 2001 έως το 2008.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής



Σχήμα 2.7: Ποσοστιαία απεικόνιση των κατοικιών ανά έτος κατασκευής συμπεριλαμβανομένων και των κατοικιών που κατασκευάστηκαν μετά το 2001.

Γίνεται η παραδοχή ότι τα ίδια ποσοστά που αφορούν το έτος κατασκευής των κατοικιών ισχύουν και για κάθε είδος κατοικίας (μονοκατοικίες, διπλοκατοικίες, μικρές και μεγάλες πολυκατοικίες).



Σχήμα 2.8: Γραφική απεικόνιση των κατοικιών ανά είδος κατοικίας και ανά χρονική περίοδο κατασκευής

Σύμφωνα με την παραδοχή αυτή προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας ο οποίος περιλαμβάνει και τα κτήρια κατοικιών ανά είδος κατοικία και περίοδο κατασκευής συμπεριλαμβανομένων και αυτών των κατοικιών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.11: Κατοικίες ανά είδος και περίοδο κατασκευής

Έτος κατασκευής	Ποσοστό	Μονοκατοικία	Διπλοκατοικία	Μικρή Πολυκατοικία	Μεγάλη Πολυκατοικία
ως το 1980	60,71	229.680	84.101	73.748	44.481
1981-1990	19,05	72.096	26.399	23.149	13.962
1991-2000	11,30	50.821	18.609	16.318	9.842
2001-2009	8,94	33.823	12.385	10.860	6.550

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

2.4.2 Σχολικά κτήρια

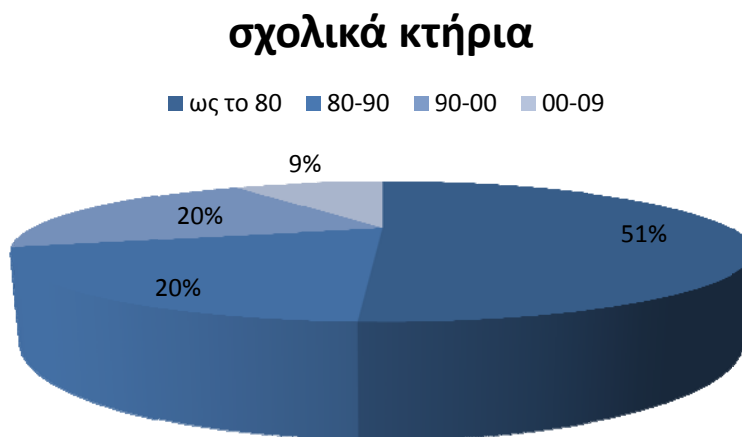
Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 το 55,73% των σχολικών κτηρίων είναι κατασκευασμένα έως τη δεκαετία του '80, το 21,73% είναι κατασκευασμένα μεταξύ του 1980 και του 1990 και το 22,54% είναι κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000.

Εάν στα παραπάνω δεδομένα προστεθούν και τα σχολικά κτήρια που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008 προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.12: Σχολικά κτήρια ανά χρονική περίοδο κατασκευής

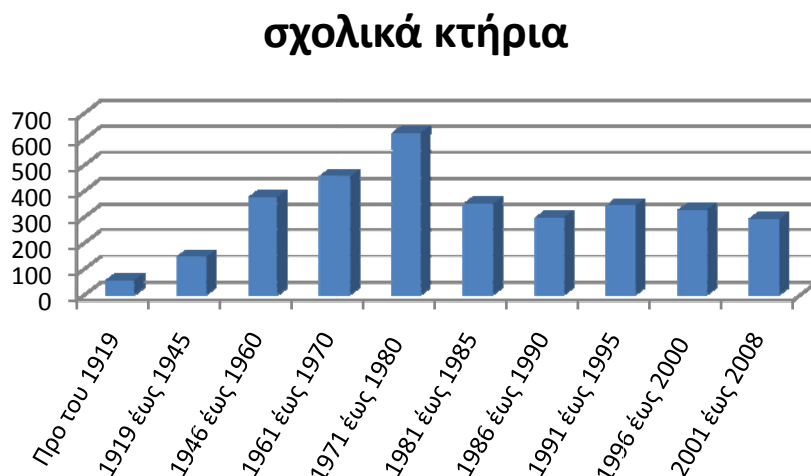
ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 και 2000	2001 Έως 2008
ΣΥΝΟΛΟ	3.259	55	145	375	456	623	349	296	343	326	291
ΠΟΣΟΣΤΟ	100,00	1,69	4,45	11,51	13,99	19,12	10,71	9,08	10,52	10,00	8,93

Επομένως τα ποσοστά ανά περίοδο κατασκευής διαφοροποιούνται ως εξής: το 50,75% των σχολικών κτηρίων είναι κατασκευασμένα έως το 1980, το 19,79% είναι κατασκευασμένα από το 1980 έως το 1990, το 20,53% των κτηρίων είναι κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000 και το 8,93% των σχολικών κτηρίων είναι κατασκευασμένα από το 2001 έως το 2008, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο γράφημα.



Σχήμα 2.9: Ποσοστιαία απεικόνιση των σχολικών κτηρίων ανά περίοδο κατασκευής

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής



Σχήμα 2.10: Γραφική απεικόνιση του αριθμού των σχολικών κτηρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής

2.4.3 Ξενοδοχεία

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 το 71,02% των ξενοδοχείων του νομού Αττικής είναι κατασκευασμένα έως τη δεκαετία του '80, το 18,73% είναι κατασκευασμένα μεταξύ του 1980 και του 1990 και το 10,26% είναι κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000.

Εάν στα παραπάνω δεδομένα προσθέσουμε και τα στοιχεία που δημοσίευσε η ΕΣΥΕ για τα έτη 2001 έως 2008 και σύμφωνα με τις παραδοχές που προηγήθηκαν, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας.

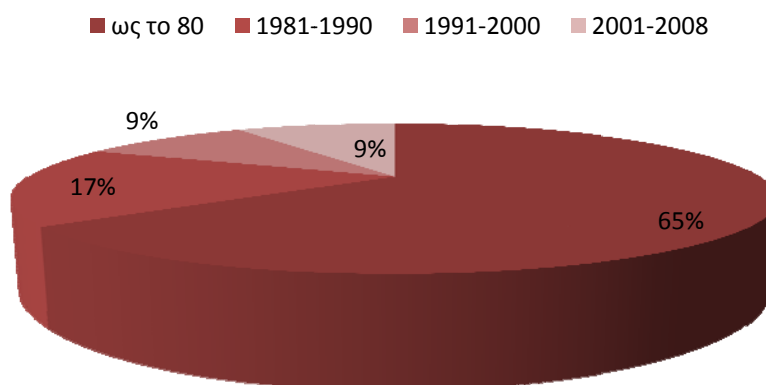
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.13: Ξενοδοχεία ανά έτος κατασκευής συμπεριλαμβανομένων και αυτών που κατασκευάστηκαν από το 2001 και μετά

ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 ως 00	2001 ως 2008
ΣΥΝΟΛΟ	1.413	27	73	131	322	361	146	95	84	48	126
ΠΟΣΟΣΤΟ	100,00	1,91	5,17	9,27	22,79	25,55	10,33	6,72	5,94	3,40	8,92

Ακολουθεί ένα γράφημα που παρουσιάζει τα ξενοδοχεία ανά περίοδο κατασκευής σε ποσοστά επί τοις εκατό.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

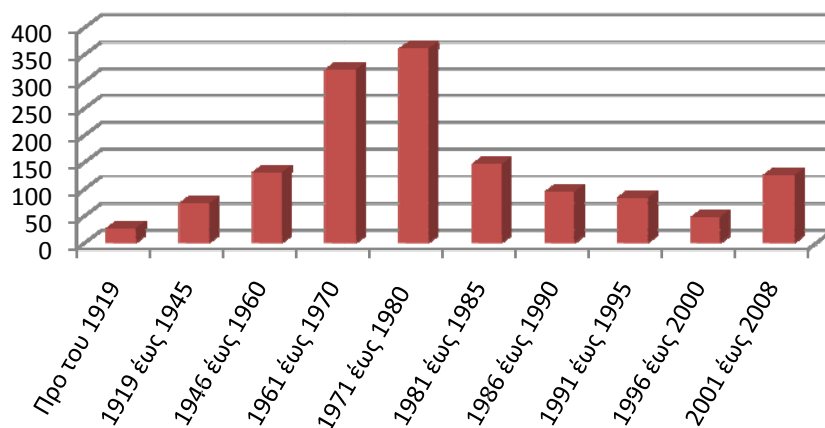
ξενοδοχεία



Σχήμα 2.11: Ποσοστιαία απεικόνιση των ξενοδοχείων ανά έτος κατασκευής

Τα ποσοστά διαμορφώνονται ως εξής: το ποσοστό των ξενοδοχείων που είναι κατασκευασμένα έως το 1980 είναι 64,69%, για ξενοδοχεία κατασκευασμένα από το 1980 έως το 1990 είναι 17,06%, για ξενοδοχεία κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000 είναι 9,34% και τέλος για ξενοδοχεία κατασκευασμένα από το 2001 έως το 2008 είναι 8,92%.

ξενοδοχεία



Σχήμα 2.12: Γραφική απεικόνιση του αριθμού των ξενοδοχείων ανά περίοδο κατασκευής

2.4.4 Εργοστάσια-Εργαστήρια

Η ίδια ανάλυση γίνεται για τα κτήρια που χρησιμοποιούνται ως εργοστάσια ή εργαστήρια. Σύμφωνα λοιπόν με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 το 69,38% των εργοστασίων/εργαστηρίων είναι κατασκευασμένα πριν το 1980, το 19,76% είναι κατασκευασμένα μεταξύ του 1980 έως το 1990 και το 10,86% είναι κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000 (Σχήμα 2.4).

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

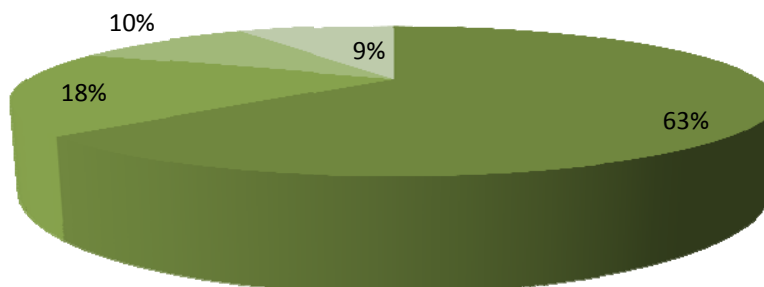
Εάν στα παραπάνω δεδομένα προστεθούν και τα στοιχεία που δημοσίευσε η ΕΣΥΕ για τα έτη 2001 έως 2008, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.14: Εργοστάσια/εργαστήρια ανά έτος κατασκευής συμπεριλαμβανομένων αυτών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008.

ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 και 2000	2001 Έως 2008
ΣΥΝΟΛΟ	10.848	84	592	1.700	2.361	2.128	1.111	844	673	402	953
ΠΟΣΟΣΤΟ	100,00	0,77	5,46	15,67	21,76	19,62	10,24	7,78	6,20	3,71	8,79

εργοστάσια/εργαστήρια

■ ως το 80 ■ 1981-1990 ■ 1991-2000 ■ 2001-2008

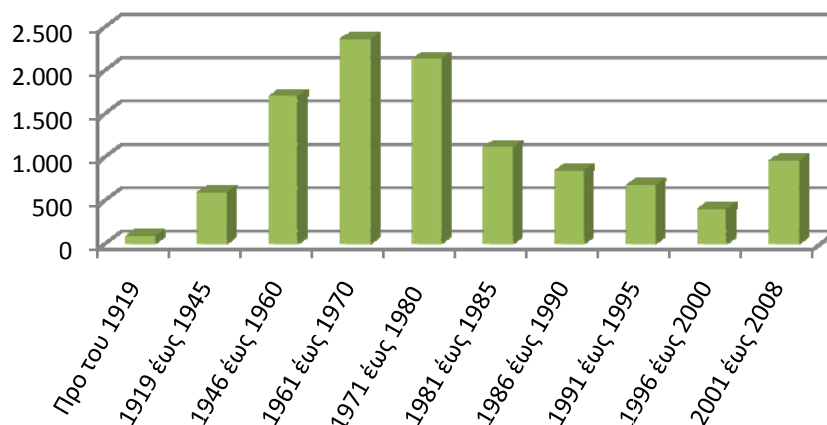


Σχήμα 2.13: Ποσοστιαία απεικόνιση των εργοστασίων/εργαστηρίων που κατασκευάστηκαν έως το 2008 ανά χρονική περίοδο κατασκευής.

Τα ποσοστά διαμορφώνονται ως εξής: το ποσοστό των εργοστασίων/εργαστηρίων που είναι κατασκευασμένα έως το 1980 είναι 63,28%, για αυτά που είναι κατασκευασμένα από το 1980 έως το 1990 είναι 18,02%, για τα εργοστάσια/εργαστήρια που είναι κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000 είναι 9,91% και τέλος για αυτά που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008 είναι 8,79%.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

εργοστάσια-εργαστήρια



Σχήμα 2.14: Γραφική απεικόνιση του αριθμού των εργοστασίων/εργαστηρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής

2.4.5 Νοσοκομεία/Κλινικές

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 το 71,35% των νοσοκομείων και των κλινικών είναι κατασκευασμένα έως τη δεκαετία του '80, 15,54% είναι κατασκευασμένα μεταξύ του 1981 έως το 1990 και το 13,11% είναι κατασκευασμένα από το 1991 έως το 2000.

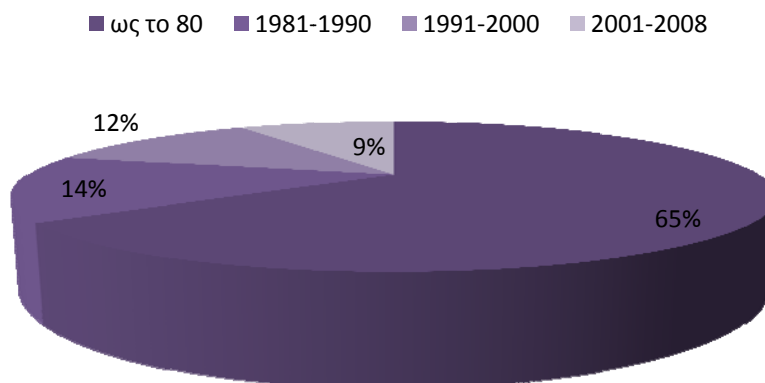
Εάν στα παραπάνω δεδομένα προστεθούν και τα στοιχεία που δημοσίευσε η ΕΣΥΕ για τα έτη 2001 έως 2008, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.15: Νοσοκομεία/κλινικές ανά χρονική περίοδο κατασκευής

ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 ως 00	00-09
ΣΥΝΟΛΟ	585	27	48	96	135	75	42	41	43	27	51
ΠΟΣΟΣΤΟ	100,00	4,62	8,21	16,41	23,08	12,82	7,18	7,01	7,35	4,62	8,72

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

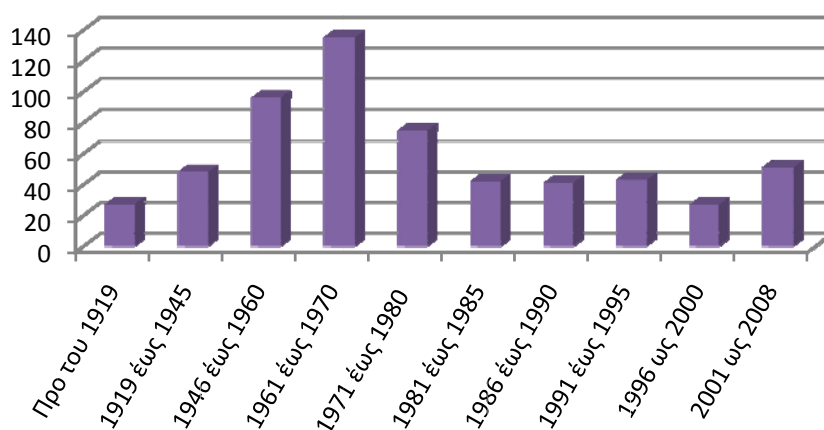
νοσοκομεία/κλινικές



Σχήμα 2.15: Ποσοστιαία απεικόνιση των νοσοκομείων/κλινικών ανά χρονική περίοδο κατασκευής συμπεριλαμβανομένων και αυτών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008

Τα ποσοστά μεταβάλλονται ως εξής στην περίπτωση αυτή: το ποσοστό των νοσοκομείων/κλινικών που είναι κατασκευασμένες έως το 1980 είναι 65,13%, για νοσοκομεία/κλινικές κατασκευασμένες από το 1981 έως το 1990 είναι 14,19%, για νοσοκομεία/κλινικές κατασκευασμένες από το 1991 έως το 2000 είναι 11,97% και τέλος για νοσοκομεία/κλινικές κατασκευασμένες από το 2001 έως το 2008 είναι 8,72%.

νοσοκομεία/κλινικές



Σχήμα 2.16: Γραφική απεικόνιση του αριθμού των νοσοκομείων/κλινικών ανά χρονική περίοδο κατασκευής

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

2.4.6 Εκκλησίες-Μοναστήρια

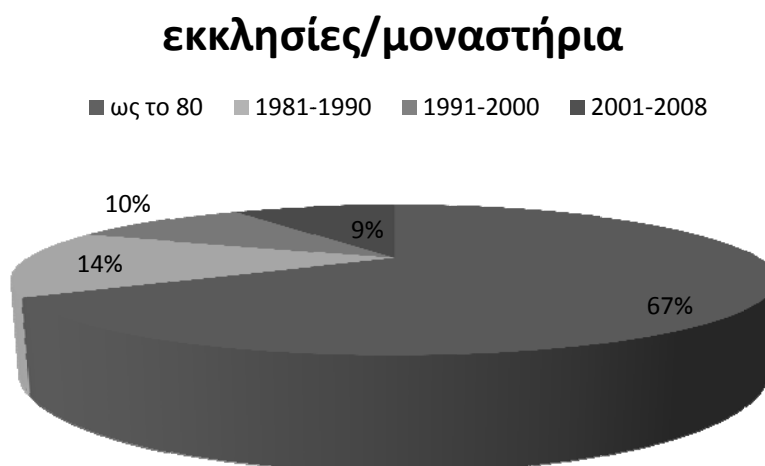
Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 το 73,40% των εκκλησιών/μοναστηριών είναι κατασκευασμένα πριν το 1980, το 15,77% είναι κατασκευασμένα μεταξύ του 1981 και του 1990 και το 10,83% είναι κατασκευασμένα από το 1990 έως το 2000.

Στα παραπάνω δεδομένα προστίθενται και τα στοιχεία που δημοσίευσε η ΕΣΥΕ για τα έτη 2001 έως 2008. Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.16: Εκκλησίες/μοναστήρια ανά χρονική περίοδο κατασκευής

ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 ως 00	2001 Έως 2008
ΣΥΝΟΛΟ	3.227	502	441	437	431	344	253	210	166	152	291
ΠΟΣΟΣΤΟ	100,00	15,56	13,67	13,54	13,36	10,66	7,84	6,51	5,14	4,71	9,02

Ακολουθεί γράφημα που παρουσιάζει συνοπτικά την ποσοστιαία κατανομή των εκκλησιών και των μοναστηριών βάσει της χρονικής περιόδου κατασκευής τους.

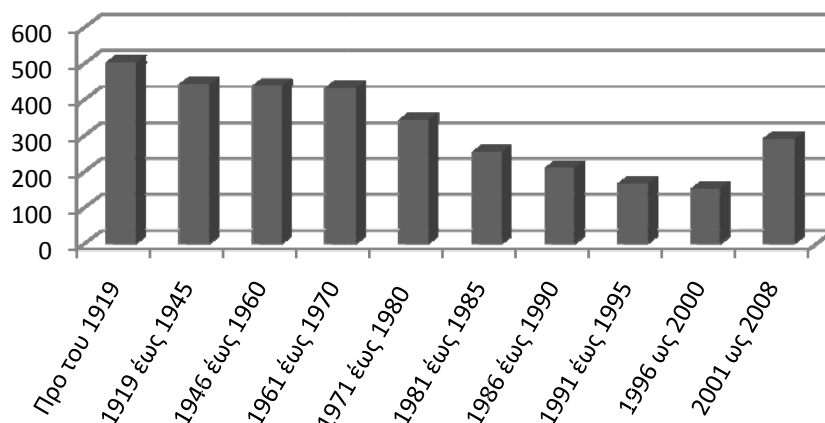


Σχήμα 2.17: Ποσοστιαία απεικόνιση των εκκλησιών/μοναστηριών ανά χρονική περίοδο κατασκευής και συμπεριλαμβανομένων αυτών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008.

Η ποσοστιαία κατανομή των εκκλησιών/μοναστηριών ανά χρονική περίοδο κατασκευής διαφοροποιείται ως εξής: το ποσοστό των εκκλησιών/μοναστηριών που είναι κατασκευασμένα έως το 1980 είναι 66,78%, για εκκλησίες/μοναστήρια κατασκευασμένα από το 1981 έως το 1990 είναι 14,35%, για εκκλησίες/μοναστήρια κατασκευασμένα από το 1991 έως το 2000 είναι 9,85% και τέλος για εκκλησίες/μοναστήρια κατασκευασμένα από το 2001 έως το 2008 είναι 9,02%.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

Εκκλησίες/μοναστήρια



Σχήμα 2.18: Γραφική απεικόνιση του αριθμού των εκκλησιών/μοναστηριών ανά χρονική περίοδο κατασκευής

2.4.7 Καταστήματα-Γραφεία

Το τελευταίο είδος κτηρίων που θα εξεταστεί είναι τα καταστήματα και τα γραφεία. Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001 το 65,79% των καταστημάτων/ γραφείων είναι κατασκευασμένα έως τη δεκαετία του '80, το 18,51% είναι κατασκευασμένα μεταξύ του 1981 έως το 1990 και το 15,70% είναι κατασκευασμένα από το 1991 έως το 2000.

Εάν στα παραπάνω δεδομένα προσθέσουμε και τα στοιχεία που δημοσίευσε η ΕΣΥΕ για τα έτη 2001 έως 2008, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας

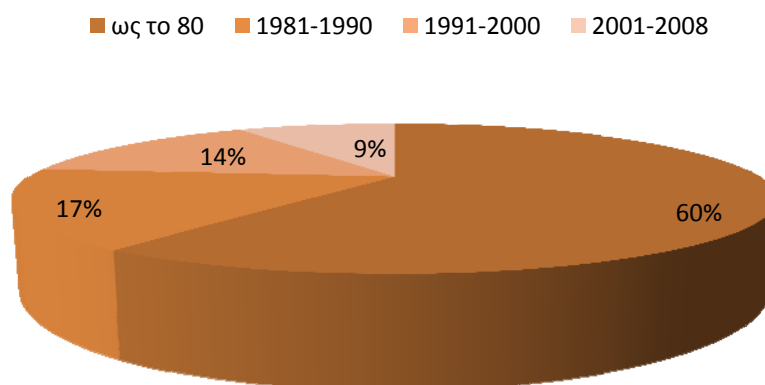
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.17: Καταστήματα/ γραφεία ανά χρονική περίοδο κατασκευής

ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 ως 00	00-09
ΣΥΝΟΛΟ	35.557	734	2.308	5.289	6.859	6.133	3.278	2.720	2.746	2.342	3.148
ΠΟΣΟΣΤΟ	100,00	2,06	6,49	14,87	19,29	17,25	9,22	7,65	7,72	6,59	8,85

Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή των καταστημάτων/γραφείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής.

Κεφάλαιο 2: Τα κτήρια του Νομού Αττικής

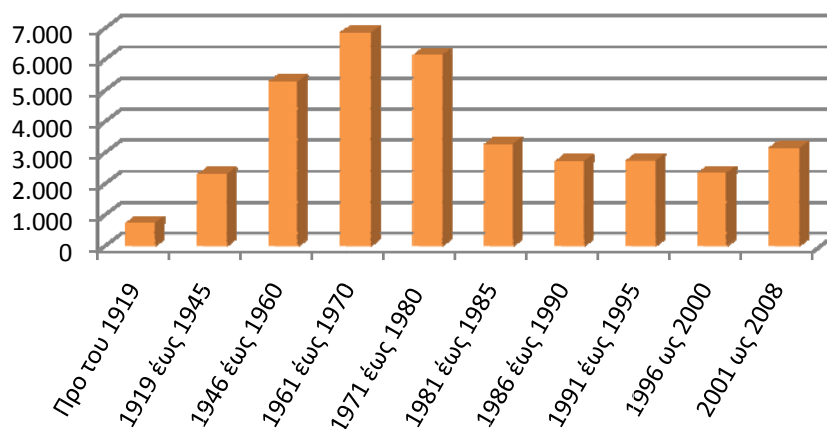
καταστήματα/γραφεία



Σχήμα 2.19: Ποσοστιαία απεικόνιση των καταστημάτων/γραφείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής συμπεριλαμβανομένων και αυτών που κατασκευάστηκαν από το 2001 έως το 2008.

Τα ποσοστά μεταβάλλονται ως εξής: το ποσοστό των καταστημάτων/γραφείων που είναι κατασκευασμένα έως το 1980 είναι 59,97%, για καταστήματα/γραφεία που είναι κατασκευασμένα από το 1981 έως το 1990 είναι 16,87%, για τα καταστήματα/γραφεία που είναι κατασκευασμένα από το 1991 έως το 2000 είναι 14,31% και τέλος για αυτά που είναι κατασκευασμένα από το 2001 έως το 2008 είναι 8,85%.

καταστήματα- γραφεία



Σχήμα 2.20: Γραφική απεικόνιση του αριθμού των καταστημάτων/γραφείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής.

3 Κυκλοφορητές

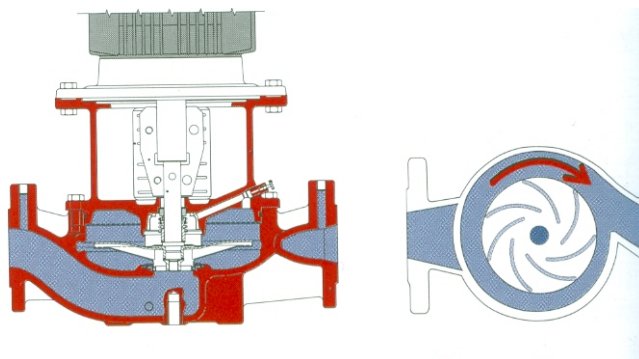
3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αρχικά μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας των φυγόκεντρων αντλιών. Εν συνεχεία θα εξεταστούν οι κυκλοφορητές τόσο ως προς τον σχεδιασμό αλλά και την τεχνολογική τους εξέλιξη. Επίσης γίνεται αναφορά στο σύστημα ενεργειακής σήμανσης των κυκλοφορητών. Τέλος θα γίνει αναφορά στα συστήματα θέρμανσης και μια προσέγγιση των κυκλοφορητών που αντιστοιχούν σε κάθε είδος κτηρίου αλλά και της κατανάλωσής τους.

3.2 Φυγόκεντρες αντλίες

Το 1689 ο φυσικός Denis Papin εφηύρε τη φυγόκεντρη αντλία. Σήμερα αυτό το είδος αντλίας είναι το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο είδος αντλίας σε όλο τον κόσμο. Η λειτουργία της βασίζεται σε μια απλή αρχή: Το υγρό οδηγείται στον άξονα κίνησης της πτερωτής και μέσω της φυγόκεντρης δύναμης εκτινάσσεται στην περιφέρεια της πτερωτής.

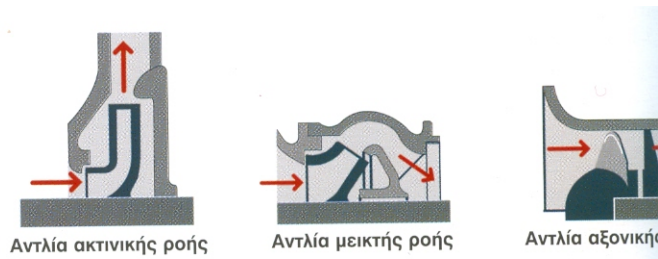
Η όλη κατασκευή είναι σχετικά οικονομική, απλή, στιβαρή. Η υψηλή ταχύτητά της καθιστά δυνατή την απευθείας σύνδεση της αντλίας σε έναν ασύγχρονο κινητήρα. Η φυγόκεντρη αντλία προσφέρει σταθερή παροχή υγρού που μπορεί εύκολα να ρυθμιστεί χωρίς να προκληθεί πρόβλημα στη λειτουργία της αντλίας.



Εικόνα 3.1: Η ροή του υγρού στο εσωτερικό της αντλίας

Η παραπάνω εικόνα (εικόνα 3.1) απεικονίζει τη ροή του υγρού στο εσωτερικό της αντλίας. Το στόμιο εισόδου της αντλίας οδηγεί το υγρό στο κέντρο της περιστρεφόμενης πτερωτής από όπου εκτινάσσεται προς την περιφέρεια. Αυτού του είδους η κατασκευή προσφέρει υψηλή απόδοση και είναι κατάλληλη για τη διαχείριση καθαρών υγρών. Οι αντλίες που προορίζονται να διαχειριστούν ακάθαρτα υγρά, οι οποίες βέβαια δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης του παρόντος εγχειριδίου, είναι εξοπλισμένες με μια πτερωτή που είναι ειδικά κατασκευασμένη έτσι ώστε να αποφεύγεται η έμφραξη και η συσσώρευση των στερεών σωμάτων στο εσωτερικό της αντλίας.

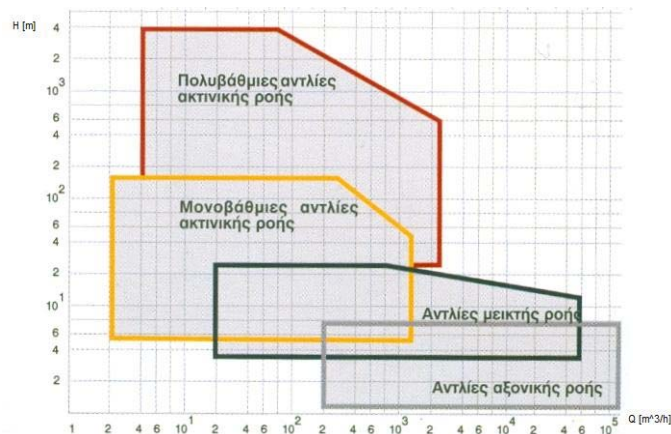
Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Εικόνα 3.2: Διάφορα είδη φυγόκεντρων αντλιών

Όπως απεικονίζεται και στην εικόνα 3.2, η φυγόκεντρη αντλία μπορεί να καταταχθεί σε τρεις διαφορετικές ομάδες: αντλίες ακτινικής ροής, αντλίες μεικτής ροής και αντλίες αξονικής ροής. Οι αντλίες ακτινικής ροής και οι αντλίες μεικτής ροής είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι τύποι.

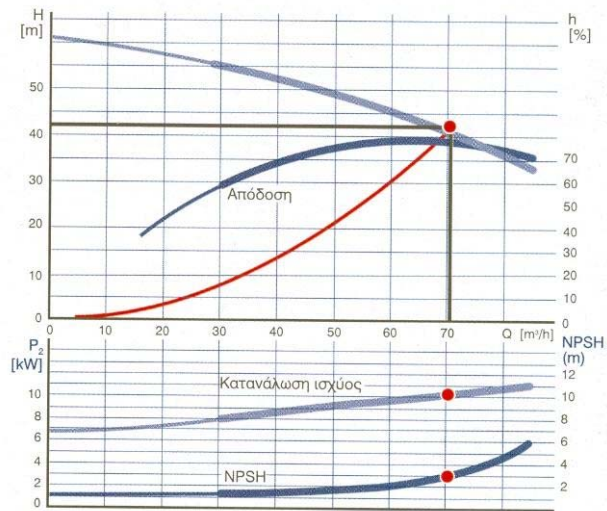
Οι διαφορετικές απαιτήσεις σχετικά με την απόδοση των φυγόκεντρων αντλιών ειδικά όσον αφορά το μανομετρικό ύψος, την παροχή και την εγκατάσταση σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις για οικονομική λειτουργία είναι μόνο ορισμένοι από τους λόγους που δικαιολογούν την ύπαρξη των πολλών και διαφορετικών τύπων αντλιών. Στο σχήμα εικονίζονται οι διαφορετικοί τύποι αντλιών αναφορικά με την παροχή και την πίεση.



Σχήμα 3.3: Παροχή και μανομετρικό ύψος για διάφορους τύπους φυγόκεντρων αντλιών

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των καμπυλών λειτουργίας μιας αντλίας. Η απόδοση μιας φυγόκεντρης αντλίας αναπαριστάται από μια ομάδα καμπυλών λειτουργίας. Οι καμπύλες λειτουργίας απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα όπου το μανομετρικό ύψος, η ισχύς κατανάλωσης, η απόδοση και η καθαρή θετική πίεση αναρρόφησης απεικονίζονται ως συνάρτηση της παροχής.

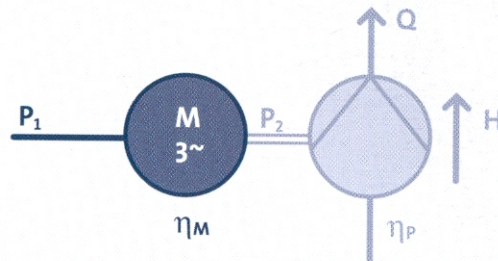
Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.4: Τυπικές καμπύλες λειτουργίας μιας φυγόκεντρης αντλίας

Κανονικά, οι καμπύλες αντλίας στα εγχειρίδια τεχνικών χαρακτηριστικών καλύπτουν μόνο το μέρος της αντλίας. Κατά συνέπεια, η κατανάλωση ισχύος, η τιμή P_2 , η οποία αναγράφεται στα εγχειρίδια τεχνικών χαρακτηριστικών, καλύπτει μόνο την ισχύ που εισέρχεται στην αντλία. (εικόνα 3.5). Το ίδιο ισχύει και για το βαθμό απόδοσης, που καλύπτει μόνο το μέρος της αντλίας ($\eta = \eta_p$)

Σε ορισμένους τύπους αντλιών με ενσωματωμένο κινητήρα και πιθανότατα ενσωματωμένο μετατροπέα συχνότητας όπως και στους υδρολίπαντους κυκλοφορητές, η καμπύλη κατανάλωσης ισχύος και η καμπύλη απόδοσης (η) καλύπτουν τόσο τον κινητήρα όσο και την αντλία. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να ληφθεί υπόψη η τιμή P_1 .



Εικόνα 3.5: Σχηματικό διάγραμμα του κινητήρα και της αντλίας.

Κατά κανόνα οι καμπύλες αντλίας σχεδιάζονται σύμφωνα με το ISO 9906 το οποίο προσδιορίζει τις ανοχές των καμπυλών :

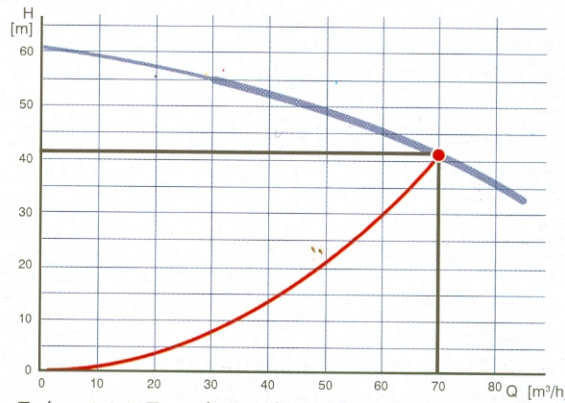
- $Q \pm 9\%$
- $H \pm 7\%$
- $P \pm 9\%$
- $H - 7\%$

Ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των διαφορετικών καμπυλών λειτουργίας μιας αντλίας.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

Μανομετρικό ύψος, η καμπύλη Q-H

Η καμπύλη Q-H απεικονίζει το μανομετρικό ύψος που η αντλία είναι ικανή να δώσει σε μια συγκεκριμένη παροχή. Το μανομετρικό ύψος μετράται σε μέτρα υδάτινης στήλης. Κανονικά χρησιμοποιείται ως μονάδα το μέτρο. Το πλεονέκτημα της χρησιμοποίησης της μονάδας m ως μονάδας μέτρησης για το μανομετρικό ύψος της αντλίας είναι ότι η καμπύλη Q-H δεν επηρεάζεται από τον τύπο του υγρού που πρέπει να διαχειριστεί η αντλία.



Σχήμα 3.6: Τυπική καμπύλη Q-H μιας φυγόκεντρης αντλίας

Απόδοση, η καμπύλη η

Η απόδοση είναι η σχέση μεταξύ της ισχύος που τροφοδοτείται και της ισχύος που χρησιμοποιείται. Στον κόσμο των αντλιών, η απόδοση η_p είναι η σχέση μεταξύ της ισχύος που η αντλία δίνει στο νερό (P_h) και της ισχύος εισόδου στον άξονα (P_2).

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_2} = \frac{\rho * g * Q * H}{P_2} \quad (1)$$

Όπου ρ η πυκνότητα του υγρού σε kg/m^3

g η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s^2

Q η παροχή σε m^3/s

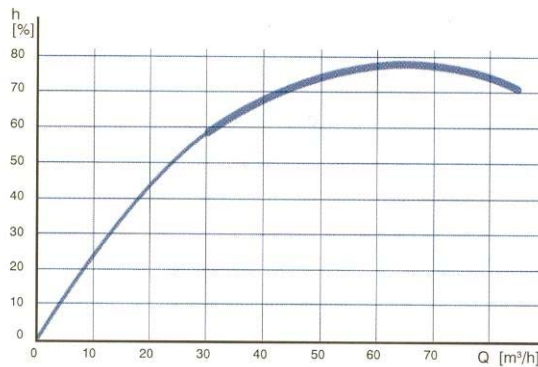
H το μανομετρικό ύψος σε m

Για νερό στους 20°C και με Q μετρούμενη σε m^3/h και H σε m , η υδραυλική ισχύς μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$P_h = 2,72 * Q * H [\text{W}] \quad (2)$$

Όπως φαίνεται από την καμπύλη απόδοσης (σχήμα 3.7), η απόδοση εξαρτάται από το σημείο λειτουργίας της αντλίας. Κατά συνέπεια, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επιλέξουμε μια αντλία που θα ταιριάζει με τις απαιτήσεις παροχής και θα εξασφαλίζει ότι η αντλία λειτουργεί στην αποδοτικότερη περιοχή παροχής.

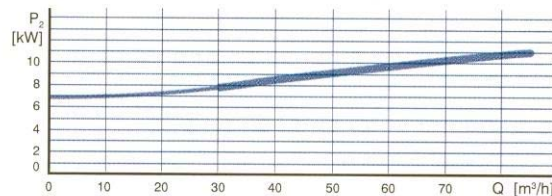
Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.7: Η καμπύλη απόδοσης μιας τυπικής φυγόκεντρης αντλίας

Κατανάλωση ισχύος P_2

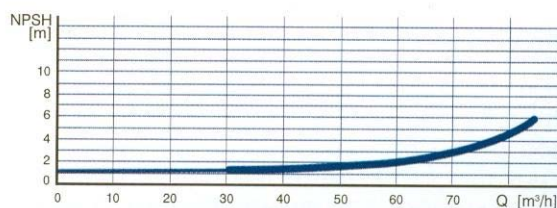
Η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ισχύος της αντλίας και της παροχής απεικονίζεται στο σχήμα 3.8. Η καμπύλη P_2 των περισσότερων φυγόκεντρων αντλιών είναι παρεμφερής με εκείνη του σχήματος, όπου η τιμή P_2 αυξάνεται όταν αυξάνεται η παροχή.



Σχήμα 3.8: Η καμπύλη κατανάλωσης ισχύος μια τυπικής φυγόκεντρης αντλίας

Καμπύλη NPSH (καθαρή θετική πίεση αναρρόφησης)

Η τιμή NPSH μιας αντλίας είναι η ελάχιστη απόλυτη πίεση που πρέπει να υπάρχει στην πλευρά αναρρόφησης της αντλίας ώστε να αποφεύγεται η σπηλαιώση. Η τιμή NPSH μετράται σε m και εξαρτάται από την παροχή. Όταν αυξάνεται η παροχή, αυξάνεται επίσης και η τιμή NPSH.



Σχήμα 3.9: Η καμπύλη NPSH μιας τυπικής φυγόκεντρης αντλίας

Χαρακτηριστικά της φυγόκεντρης αντλίας

Η φυγόκεντρη αντλία έχει διάφορα χαρακτηριστικά και στο παρόν υποκεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα σημαντικότερα.

- Ο αριθμός των βαθμίδων

Ανάλογα με τον αριθμό των πτερωτών στην αντλία, μια φυγόκεντρη αντλία μπορεί να είναι είτε μονοβάθμια είτε πολυβάθμια.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

- *Η θέση του άξονα της αντλίας*

Οι μονοβάθμιες και οι πολυβάθμιες αντλίες έχουν οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα. Αντίστοιχα, ονομάζονται οριζόντιες ή κατακόρυφες αντλίες.

- *Πτερωτές μονής ή διπλής αναρρόφησης*

Ανάλογα με την κατασκευή της πτερωτής, μια αντλία μπορεί να διαθέτει πτερωτή μονής αναρρόφησης ή πτερωτή διπλής αναρρόφησης

- *Διάταξη των βαθμίδων*

Οι βαθμίδες τις αντλίας μπορούν να διαταχθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους: σε σειρά και παράλληλα

- *Κατασκευή του περιβλήματος της αντλίας*

Διακρίνονται δύο τύποι περιβλήματος αντλίας: περίβλημα σπειροειδές και περίβλημα με κανάλι επιστροφής με οδηγία πτερύγια.

Όπως έχει ίσως ήδη αναφερθεί ο κυκλοφορητής είναι ένα είδος φυγόκεντρης αντλίας. Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα γίνει αναφορά στο σχεδιασμό και τα στοιχεία που απαρτίζουν έναν κυκλοφορητή αλλά και την εξέλιξη της τεχνολογίας τους [10].

3.3 Η εξέλιξη της τεχνολογίας των κυκλοφορητών

3.3.1 Εισαγωγή

Αρχικά και έως το 1970 οι κινητήρες που χρησιμοποιούνταν στους κυκλοφορητές ήταν σταθερών στροφών. Κεντρικός στόχος των εταιρειών κατασκευής αντλιών ήταν πάντοτε η βελτίωση του μηχανικού και υδραυλικού βαθμού απόδοσης λαμβάνοντας υπόψη τα έξοδα κατασκευής. Έτσι τη δεκαετία του 1970 αναπτύχθηκε ένας κινητήρας με δυνατότητα μηχανικής επιλογής των στροφών. Ήταν προφανές ότι εάν μπορούσε να επιτευχθεί αυτόματη μεταβολή στροφών τότε μπορούσε να επιτευχθεί και σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Έτσι αναπτύχθηκαν κυκλοφορητές με ηλεκτρονικό έλεγχο των στροφών. Μία περαιτέρω αύξηση της απόδοσης με οικονομικά αποδεκτό κόστος δεν μπορούσε πια να επιτευχθεί εξαιτίας της τεχνολογίας των υδρολίπαντων κυκλοφορητών, η λειτουργία των οποίων αναπτύσσεται αναλυτικά στη συνέχεια του κεφαλαίου. Γι' αυτό έπρεπε να αναπτυχθούν όσον αφορά τον κινητήρα αλλά και το υδραυλικό μέρος νέες αρχές λειτουργίας [5]. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα τεχνολογικά στάδια εξέλιξης των κυκλοφορητών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Τεχνολογικά στάδια εξέλιξης των κυκλοφορητών

Κινητήρας σταθερών στροφών	<1970
Κινητήρας με δυνατότητα μηχανικής επιλογής στροφών	1970-1990
Κινητήρας με ελεγχόμενη μεταβολή στροφών	1990-2000
Νέες τεχνολογίες κινητήρες με ηλεκτρονικό έλεγχο και μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας	>2000

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

3.3.2 Η υδρολίπαντη αντλία

Η υδρολίπαντη αντλία όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι μία ερμητικά στεγανή αντλία, όπου ο κινητήρας και το υδραυλικό μέρος είναι ενσωματωμένα σε ένα σώμα χωρίς τη χρήση ενός στεγανοποιητικού μέσου. Το σχεδιαστικό χαρακτηριστικό γνώρισμα των υδρολίπαντων κυκλοφορητών είναι ότι ο ρότορας που κινεί την πτερωτή περιστρέφεται μέσα στο νερό το οποίο λιπαίνει και τα κουζινέτα του άξονα και επίσης ψύχει τον στάτη του κινητήρα. Ένα χιτώνιο κατασκευασμένο από αντιμαγνητικό ανοξείδωτο χάλυβα φροντίζει για τον διαχωρισμό του στάτη από το νερό. Αυτό έχει όμως σαν αποτέλεσμα την χαμηλότερη απόδοση του υδρολίπαντου κυκλοφορητή σε σχέση με τους κλασικούς κινητήρες, συνεπώς άμεση επίδραση στην απορροφούμενη ισχύ και έτσι και στα λειτουργικά έξοδα.

Οι χρήσεις της υδρολίπαντης αντλίας ποικίλουν. Χρησιμοποιείται ως αντλία κυκλοφορίας (κυκλοφορητής) σε συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, ως βυθιζόμενη αντλία, σε πυρηνικούς αντιδραστήρες και γενικότερα σε βιομηχανικές εφαρμογές. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της είναι ότι δεν επιτρέπει τη διαρροή του υγρού που κυκλοφορεί. Αυτό αποτελεί ένα πλεονέκτημα και σε μερικές περιπτώσεις προβάδισμα για να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τύπους εφαρμογών:

- Σε οικιακές εφαρμογές όπου είναι σημαντικό ότι παρέχει σιγουριά και εξασφάλιση μη διαρροής ούτως ώστε να αποκλειστεί η περίπτωση καταστροφής του σπιτιού και της επίπλωσής του.
- Στη χημική βιομηχανία όπου λαμβάνονται υπ' όψη διαφορετικές παράμετροι. Είναι σημαντικό η αντλία να μην επιτρέπει διαρροή για λόγους ασφαλείας με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η μόλυνση του εγγύς περιβάλλοντος και να προστατεύεται το προσωπικό που εργάζεται κοντά στο χώρο λειτουργίας του.
- Η υδρολίπαντη αντλία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως βυθιζόμενη αντλία σε φρεάτια όπου ο κινητήρας είναι ερμητικά προστατευμένος από το νερό, εμποδίζοντάς το να εισέλθει στην περιέλιξη του κινητήρα και να δημιουργήσει κάποιο βραχυκύκλωμα.

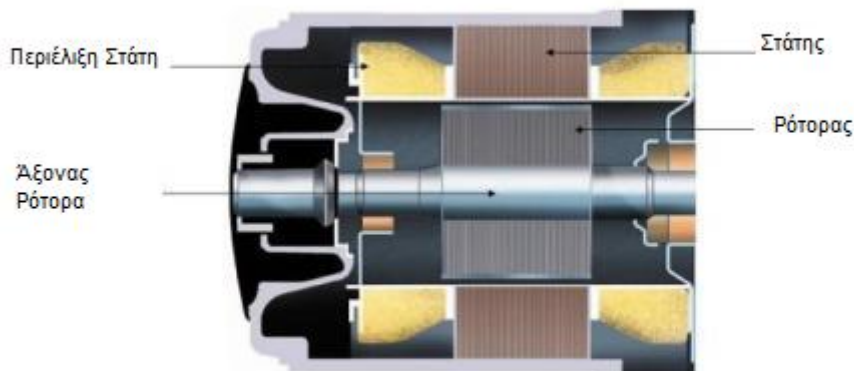
Με άλλα λόγια, η υδρολίπαντη αντλία είναι μία αντλία πολυχρηστική και διαθέσιμη σε πολλούς διαφορετικούς τύπους για πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή της υδρολίπαντης αντλίας γνωστής και ως κυκλοφορητή.

Το μεγαλύτερο μέρος των υπαρχόντων εγκατεστημένων κυκλοφορητών καλύπτεται με αυτό που καλείται υδρολίπαντη κατασκευή. Αυτοί οι κυκλοφορητές επικράτησαν τα τελευταία 40 χρόνια στον χώρο της κεντρικής θέρμανσης αφού έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζονται συντήρηση και είναι πρακτικά αθόρυβοι. Αν κάποιος λάβει υπόψη του, ότι ο αριθμός των κυκλοφορητών στα κτήρια είναι μεγάλος αλλά και η διάρκεια λειτουργίας τους είναι σημαντική (κυκλοφορητές θέρμανσης μπορεί να φτάσουν σε κάποιες περιπτώσεις σχεδόν τις 6.000 ώρες λειτουργίας ετησίως), διακρίνεται η δυνατότητα σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας, η οποία δεν μπορούσε να υλοποιηθεί με την προηγούμενη τεχνολογία των κινητήρων[4].

3.3.3 Κινητήρας

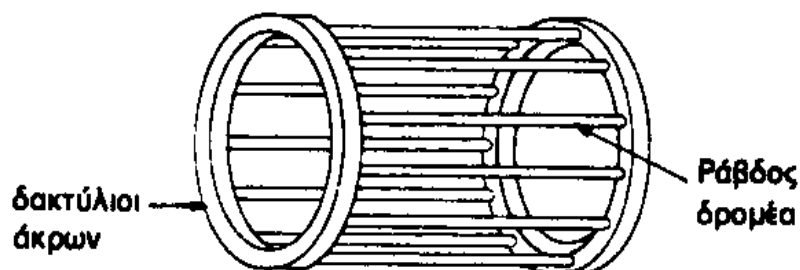
Είναι γνωστό ότι ο κινητήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ροπή στρέψης. Ο κινητήρας αποτελείται από ένα ακίνητο μέρος, το στάτη και ένα κινούμενο, το ρότορα ή δρομέα.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.10: Τομή ενός κινητήρα που χρησιμοποιείται σε κυκλοφορητή

Τόσο στον ασύγχρονο κινητήρα όσο και σε αυτόν του μόνιμου μαγνήτη, ένα μαγνητικό περιστρεφόμενο πεδίο δημιουργείται από την περιέλιξη του στάτη, περνώντας το διάκενο αέρος και προκαλώντας τη στρέψη του ρότορα. Πιο συγκεκριμένα για τον ασύγχρονο κινητήρα, όταν το τυλίγμα του στάτη τροφοδοτείται από συμμετρική πηγή θα δημιουργηθεί στο διάκενο μαγνητικό πεδίο που στρέφεται με τη σύγχρονη ταχύτητα. Το στρεφόμενο πεδίο του διακένου επάγει τάσεις στα τυλίγματα του δρομέα το οποίο αποτελείται από κλειστά κυκλώματα. Οι τάσεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα τη ροή ρευμάτων στα τυλίγματα του ρότορα και τη δημιουργία κύματος μαγνητεγερτικής δύναμης το οποίο στρέφεται ως προς τον στάτη με τη σύγχρονη ταχύτητα. Η αλληλεπίδραση των δύο πεδίων στάτη και ρότορα ή του συνιστάμενου πεδίου του διακένου και του πεδίου του ρότορα προκαλεί τη στρέψη της μηχανής επαγωγής (ασύγχρονος κινητήρας). Διά μέσου του άξονα του ρότορα η ενέργεια μεταφέρεται στην πτερωτή η οποία περιστρέφεται μέσα στο περίβλημα της αντλίας. Στον ασύγχρονο κινητήρα, ο ρότορας αποτελείται από ένα αριθμό βραχυκυκλωμένων ράβδων που είναι συνδεδεμένες με αγωγίσιμους δακτυλίους στα δύο άκρα (βραχυκυκλωμένος δρομέας)[2].



Σχήμα 3.11: Τύλιγμα κλωβού (βραχυκυκλωμένου δρομέα)

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

Ο βραχυκυκλωμένος δρομέας στο ρότορα ενός κανονικού ασύγχρονου κινητήρα είναι συχνά από αλουμίνιο. Αν ο ρότορας περιβάλλεται από νερό, είναι απαραίτητο το αλουμίνιο να αντικατασταθεί με χαλκό, για να εξασφαλιστεί αποδοτική προστασία από τη διάβρωση. Επιπρόσθετα, ο ρότορας προστατεύεται από ένα πολύ λεπτό αντιδιαβρωτικό κυλινδρικό κάλυμμα. Για την προστασία από μπλοκάρισμα των κινητήρων των μικρότερων κυκλοφορητών, που έχουν μικρή ροπή στρέψης, εξαιτίας της διάβρωσης που δημιουργείται από την ακινησία, η Grundfos χρησιμοποιεί μία ειδική επικάλυψη στο ρότορα.

Σε έναν κινητήρα με μόνιμους μαγνήτες, αν το αντλούμενο υγρό είναι νερό, ο ρότορας που έχει μόνιμους μαγνήτες κατασκευασμένους από νεοδύμιο πρέπει να είναι ερμητικά στεγανοποιημένος αφού αυτοί οι μαγνήτες καταστρέφονται στο νερό. Ωστόσο, αν και οι φεριτικοί μαγνήτες είναι ασθενέστεροι από αυτούς του νεοδυμίου, παρ' όλα αυτά δεν διαβρώνονται όταν κατασκευάζονται από οξειδία του σιδήρου και δεν απαιτούν να περικλειστούν για προστασία. Ένα από τα πλεονεκτήματα των μαγνητών νεοδυμίου είναι ότι το μέγεθος του κινητήρα μπορεί να μειωθεί χωρίς αυτό να συνεπάγεται τη μείωση της ισχύος στον άξονα, πιθανόν συνδυάζοντας και μία αντίστοιχα αυξημένη απόδοση.

Ο ρότορας στον ασύγχρονο κινητήρα δεν ακολουθεί την ταχύτητα του περιστρεφόμενου πεδίου, δηλαδή κινείται ασύγχρονα (ύπαρξη ολίσθησης). Στον κινητήρα μόνιμου μαγνήτη, ο ρότορας αποτελείται από μόνιμους μαγνήτες και ακολουθεί την ταχύτητα του περιστρεφόμενου πεδίου, δηλαδή κινείται συγχρονισμένα.

Η θερμοκρασία του υγρού στον κινητήρα της υδρολίπαντης αντλίας έχει άμεση επίδραση στην θερμοκρασία της περιέλιξης. Από τη στιγμή που ο κυκλοφορητής είναι σχεδιασμένος για διαχείριση υγρών με θερμοκρασίες μέχρι 120 °C, ο κινητήρας είναι σχεδιασμένος για να ανταπεξέλθει σε μικρότερες θερμοκρασίες οι οποίες δημιουργούνται από τα εκάστοτε φορτία ρεύματος.

Οι υψηλές θερμοκρασίες της περιέλιξης δημιουργούν σημαντική απαίτηση σχετικά με το υλικό μόνωσης και για το στάτη, έτσι ώστε ο σχεδιασμός για αυτό το επίπεδο να είναι κλάση μόνωσης F και H. Στους κινητήρες των αντλιών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα κλιματισμού προβλέπεται ένας διαφορετικός σχεδιασμός με σκοπό την αντοχή κατά της συσσώρευσης συμπυκνωμάτων [4].

Για να αποσαφηνιστεί η διαφορά μεταξύ μη υδρολίπαντης και υδρολίπαντης αντλίας, γίνεται λεπτομερέστερη αναφορά στη συνέχεια.

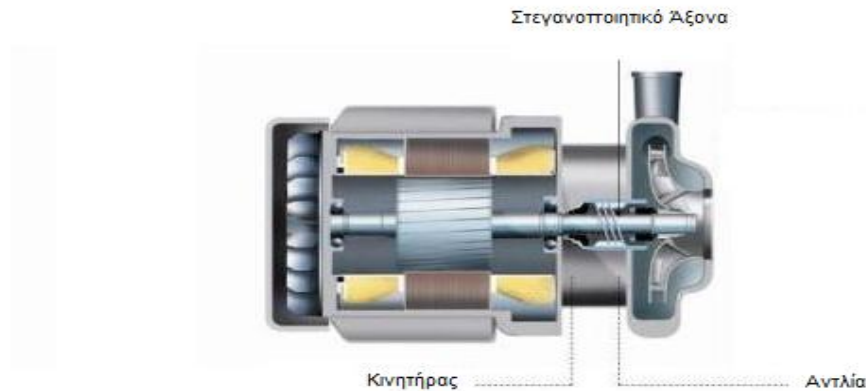
Σχεδιασμός μη υδρολίπαντης αντλίας

Στη μη υδρολίπαντη αντλία, η περωτή βρίσκεται μέσα στο περίβλημα της αντλίας και ο κινητήρας στο εξωτερικό μέρος. Ο κινητήρας συνήθως ψύχεται από την ροή του αέρα εγκάρσια στα σταθερά πτερύγια ψύξης του περιβλήματος του στάτη. Για την αποφυγή διαρροής υγρού από το περίβλημα της αντλίας, ένα στεγανοποιητικό άξονα είναι τοποθετημένο γύρω από τον άξονα στο τέλος της εσωτερικής επιφάνειας του περιβλήματος της αντλίας. Το στεγανοποιητικό άξονα έχει ένα κινούμενο μέρος στον άξονα και ένα ακίνητο στο περίβλημα της αντλίας. Η στεγανοποίηση πραγματοποιείται στην επιφάνεια σύνδεσης μεταξύ του κινούμενου και του σταθερού μέρους. Αν το στεγανοποιητικό προορίζεται για ειδικές (πιο απαιτητικές) χρήσεις, οι επιφάνειες πρέπει να είναι κατάλληλα κατασκευασμένες από υλικά υψηλής αντοχής και διάρκειας ζωής. Επιπρόσθετα, για το στεγανοποιητικό που προορίζεται για τη βέλτιστη λειτουργία πρέπει να υπάρχει μία πολύ μικρή διαρροή για να εξασφαλίζει μία ελάχιστη λίπανση. Σε μερικές περιπτώσεις, το στεγανοποιητικό άξονα μπορεί να παρουσιάζει διαρροή περισσότερο από το προσδοκώμενο

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

εξαιτίας σωματιδίων στο υγρό, υψηλή πίεση στο περίβλημα της αντλίας, υψηλές θερμοκρασίες και διαβρωτικά υγρά. Σε πολλές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας νερού σε συστήματα θέρμανσης, υπάρχει η απαίτηση του να μην παρουσιάζει η αντλία καμία διαρροή κατά 100%.

Π

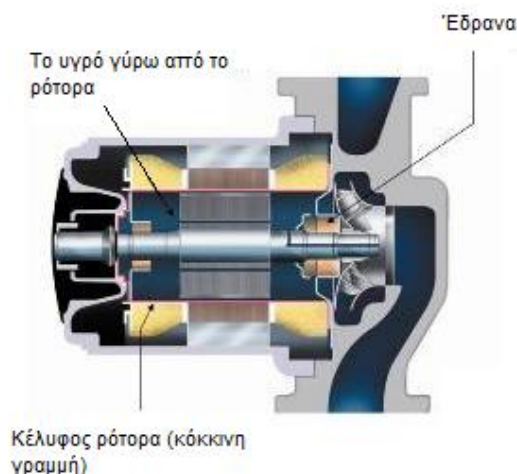


Σχήμα 3.12: Τομή μη υδρολίπαντης αντλίας με τον κινητήρα διαχωρισμένο από το περίβλημα της αντλίας με ένα στεγανοποιητικό άξονα

Σχεδιασμός υδρολίπαντης αντλίας

Η υδρολίπαντη αντλία εκπληρώνει την απαίτηση για 100% στεγανή αντλία επειδή η στεγανοποίηση βρίσκεται στο διάκενο μεταξύ του ρότορα και του στάτη και διαχωρίζει το μέσο (νερό στη περίπτωση που εξετάζεται στο παρόν εγχειρίδιο) από την περιέλιξη. Αυτό σημαίνει ότι ο ρότορας βρίσκεται πραγματικά μέσα στο υγρό. Έτσι εξασφαλίζεται ένα σταθερό στεγανοποιητικό το οποίο μπορεί να γίνει 100% στεγανό.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.13: Τομή ενός κυκλοφορητή με ενσωματωμένο ρότορα, κεραμικό έδρανο και κέλυφος ρότορα.

Αποδόσεις

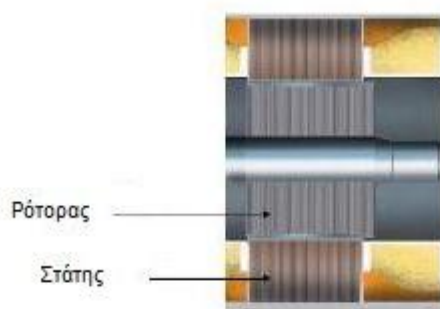
Ο ασύγχρονος κινητήρας χρησιμοποιεί πολλή ενέργεια για να διατηρήσει το μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο πρέπει, μεταξύ άλλων, να υπερβεί το διάκενο αέρα, το οποίο είναι σχετικά ευρύ σε ένα κινητήρα ενσωματωμένο με την αντλία, για να δημιουργήσει χώρο για το κέλυφος του ρότορα, το χιτώνιο του ρότορα και το υγρό.

Επειδή στον αέρα το μαγνητικό πεδίο διαδίδεται 5.000 φορές δυσκολότερα από ότι μέσα από τον σίδηρο, απαιτείται ένα σημαντικό ποσό ενέργειας για να ξεπεραστεί το διάκενο αέρα. Οι ασύγχρονοι κινητήρες των κυκλοφορητών αναπτύχθηκαν ειδικά για έλεγχο ταχύτητας με δυνατότητα επιλογής διαφορετικών ταχυτήτων, αλλά παρουσιάζουν έναν αριθμό μειονεκτημάτων σχετικά με την απόδοση. Αυτός είναι ο λόγος που ο κινητήρας μόνιμου μαγνήτη έχει μια σημαντικά καλύτερη απόδοση από τον ασύγχρονο κινητήρα.

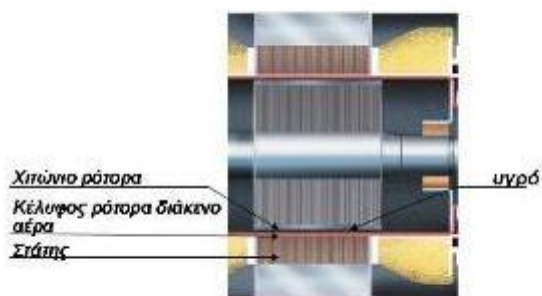
Εξετάστηκαν διάφοροι τύποι κινητήρων για την επιλογή εκείνων, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για κυκλοφορητές που θα εξοικονομούσαν ενέργεια. Ο βαθμός απόδοσης, η δυνατότητα εφαρμογών, η αποδοχή από το αγοραστικό κοινό και το κόστος βρέσκονταν στο προσκήνιο της αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ξεκάθαρα ένα πλεονέκτημα στην εξέλιξη των κινητήρων με μόνιμο μαγνήτη ως ρότορα σαν τους μελλοντικούς κινητήρες κυκλοφορητών, μια και αυτοί έχουν ξεκάθαρα πιο υψηλή απόδοση από τους ασύγχρονους κινητήρες που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν. Οι κινητήρες με ηλεκτρονικό έλεγχο χρησιμοποιούνταν ήδη σε ελαιολίπαντες κατασκευές όπως σε ανεμιστήρες. Η ανάπτυξη έπρεπε να αποδείξει, ότι ένας κινητήρας μόνιμου μαγνήτη με ηλεκτρονικό έλεγχο ήταν κατάλληλος για κυκλοφορητές θέρμανσης. Έπρεπε να εξεταστεί σε βάθος το αν αυτός ο κινητήρας έχει ένα καθαρό πλεονέκτημα απόδοσης με αποδεκτό κόστος σε σύγκριση με αντίστοιχους ασύγχρονους υδρολίπαντους κινητήρες. Σε αυτή την περίπτωση βασικά

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

ερωτήματα σε σχέση με τη διάρκεια ζωής, την ποιότητα, την διάβρωση και τον θόρυβο έπρεπε να ξεκαθαριστούν.



Σχήμα 3.14: Στάτης και ρότορας σε μη υδρολίπαντη αντλία



Σχήμα 3.15: Στάτης και ρότορας σε υδρολίπαντη αντλία

Η αρχή λειτουργίας ηλεκτρονικά ελεγχόμενων κινητήρων με μόνιμο μαγνήτη βασίζεται στις εξής φυσικές αρχές:

- Η μαγνητική ροή στον κινητήρα παράγεται από τον μόνιμο μαγνήτη στο ρότορα τόσο κατά την στάση όσο και κατά την περιστροφή.
- Η ανάπτυξη ροπής δημιουργείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ της μαγνητικής ροής του μόνιμου μαγνήτη και της ηλεκτρικής ροής μέσα από τα τυλιγμάτα.
- Η συνεχής περιστροφική κίνηση επιτυγχάνεται με περιοδική αλλαγή των τυλιγμάτων σε συνάρτηση με τη θέση του ρότορα (ηλεκτρονικός έλεγχος του ρεύματος).
- Η ταχύτητα περιστροφής είναι σύγχρονη με την ταχύτητα αλλαγής των τυλιγμάτων (χωρίς την ύπαρξη ολίσθησης) και ρυθμίζεται μέσω ενός μετατροπέα.

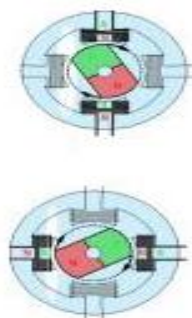
Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

- Ο εντοπισμός της θέσης του ρότορα πραγματοποιείται με τη βοήθεια αισθητηρίων (π.χ. αισθητήριο Hall) ή με μοντέρνες μεθόδους χωρίς αισθητήρια.
- Η επαγωγική τάση στα τυλίγματα του στάτη δημιουργείται από την περιστροφή του μόνιμου μαγνήτη στον ρότορα σε συνάρτηση με την ταχύτητα περιστροφής, αλλά ανεξάρτητα από την ηλεκτρική ροή. Αυτή η ιδιότητα έχει μεγάλη σημασία για τις διαφορετικές μεθόδους ηλεκτρονικού ελέγχου και χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της θέσης του ρότορα χωρίς αισθητήριο.
- Ο ηλεκτρονικός έλεγχος πραγματοποιείται με μετατροπέα ο οποίος παρεμβάλλεται μεταξύ ηλεκτρικής τροφοδοσίας και κινητήρα.

Η απευθείας σύνδεση στο δίκτυο είναι σε αντίθεση με τους ασύγχρονους κινητήρες αδύνατη, απαιτείται η παρεμβολή ηλεκτρονικών ισχύος.

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος πρέπει να ενεργοποιεί τα ακίνητα τυλίγματα του στάτη κάθε φορά όταν βρίσκονται ως προς το περιστρεφόμενο πεδίο του μαγνήτη σε ευνοϊκή θέση για τη δημιουργία ροπής περιστροφής. Η με αυτόν τον τρόπο χρονικά μεταβαλλόμενη μαγνητική πολικότητα στα τυλίγματα οδηγεί σε αλληλεπίδραση με τη σταθερή πολικότητα του μαγνήτη-ρότορα σε ελκτικές και απωστικές δυνάμεις και έτσι σε περιστροφική κίνηση.

Το σχήμα 3.16 δείχνει απλοποιημένα τις φάσεις ενεργοποίησης (ηλεκτρική ροή) σε τέσσερα τυλίγματα. Ανάλογα με την εκάστοτε κατεύθυνση της ηλεκτρικής ροής σχηματίζεται ένα μαγνητικό πεδίο στον στάτη με θετικό και αρνητικό πόλο. Ο μόνιμος μαγνήτης-ρότορας που εδράζεται εντός αυτού του μαγνητικού πεδίου αρχίζει να περιστρέφεται από ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις ομοίων ή αντίθετων πόλων. Η ομοιόμορφη περιστροφική κίνηση προκύπτει από την ομαλά χρονικά μεταβαλλόμενη ηλεκτρική ροή των ξεχωριστών τυλιγμάτων.



Σχήμα 3.16: Φάσεις ενεργοποίησης σε τέσσερα τυλίγματα

Πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων κυκλοφορητών με μόνιμο μαγνήτη

Το πλεονέκτημα των κυκλοφορητών με ηλεκτρονικά μεταβαλλόμενες στροφές και ασύγχρονο κινητήρα ως προς την ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας συγκριτικά με τους κυκλοφορητές χωρίς έλεγχο είναι γνωστά. Το αυξανόμενο κόστος ενέργειας έχει οδηγήσει σε

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις για μηχανισμούς με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας κυρίως στην περιοχή ισχύος μέχρι περίπου 1 kW.

Μία επιπλέον μείωση της κατανάλωσης ενέργειας δεν μπορεί να επιτευχθεί για τεχνολογικούς και επίσης λόγους κόστους στους ηλεκτρονικά ελεγχόμενους κυκλοφορητές με την τεχνολογία του κλασικού ασύγχρονου κινητήρα. Σε σύγκριση με τους ασύγχρονους κινητήρες, η τεχνολογία κυκλοφορητών με ηλεκτρονικό έλεγχο προσφέρει εκτός από καλές ιδιότητες ελέγχου επίσης τα πλεονεκτήματα του βαθμού απόδοσης τόσο σε πλήρες όσο και σε μερικό φορτίο.

Μπορούν να αναγνωριστούν τα παρακάτω πλεονεκτήματα για τον κινητήρα με ηλεκτρονικό έλεγχο σαν κινητήρα κυκλοφορητή:

- Μείωση της απορροφούμενης ισχύος P_1
- Βελτίωση του μηχανικού βαθμού απόδοσης σε συνθήκες πλήρους και μερικού φορτίου
- Βελτίωση του υδραυλικού βαθμού απόδοσης
- Μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας με την βοήθεια της ηλεκτρονικής μεταβολής στροφών ανάλογα με το φορτίο μέχρι και 80%
- Μείωση μεγέθους και βάρους

3.3.4 Χιτώνιο ρότορα

Το χιτώνιο του ρότορα που χρησιμοποιείται στους κυκλοφορητές για συστήματα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης είναι σχεδόν πάντα κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα ο οποίος πρέπει να ανταπεξέρχεται σε συστήματα με πιέσεις έως 10 bar και θερμοκρασίες υγρού μέχρι 120 °C.

Το ακτινικό διάκενο μεταξύ ρότορα και στάτη πρέπει να είναι κατά το δυνατό μικρότερο ώστε να επιτρέψει την υψηλή απόδοση του κινητήρα, αλλά την ίδια στιγμή ο ρότορας να μπορεί να αντέχει εσωτερικές υπερπιέσεις, απότομες αυξήσεις της πίεσης και υψηλές θερμοκρασίες.

Χρησιμοποιώντας ειδικές διαδικασίες παραγωγής, είναι δυνατό να κατασκευαστεί ένα ενιαίο χιτώνιο ρότορα απρόσβλητο στη διάβρωση με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να είναι λεπτό στην περιοχή του στάτη, αλλά με ένα φύλλο πάχους τρεις φορές μεγαλύτερο έξω από το στάτη. Το υλικό που είναι απρόσβλητο στη διάβρωση επιτρέπει την κατασκευή μεταλλικού φύλλου πάχους μικρότερου από 0,3 mm στην περιοχή μεταξύ του ρότορα και του στάτη. Η πραγματική απόσταση μεταξύ του εσωτερικού του χιτωνίου του ρότορα και του εξωτερικού του ρότορα οφείλει να είναι η μικρότερη δυνατή ώστε να εξασφαλίζει τη μέγιστη απόδοση του κινητήρα. Αλλά από την μελέτη των πραγματικών ανοχών των ξεχωριστών μερών και λόγω της απαίτησης αποτροπής του μπλοκαρίσματος, το πραγματικό διάκενο πρέπει να είναι το λιγότερο γύρω στα 0,2 mm [4].

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.17: Χιτώνιο Ρότορα

3.3.5 Θαλάμη ρότορα

Η κυκλοφορία του υγρού είναι απαραίτητο να εξασφαλίζει ότι ο ρότορας και τα έδρανα λιπαίνονται και ψύχονται επαρκώς. Το κυκλοφορούν υγρό πρέπει να είναι τόσο λίγο κατά το δυνατόν σε ποσότητα ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος μη επιθυμητής καθίζησης σωματιδίων στα έδρανα και στο διάκενο μεταξύ του ρότορα και του χιτωνίου του. Αυτό το περιορισμένο διάστημα ονομάζεται θαλάμη ρότορα. Η θερμοκρασία και η πίεση πρέπει πάντοτε να παραμένουν κάτω από την πίεση ατμοποίησης του υγρού ώστε να μην υπάρχει περίπτωση το υγρό να περιέλθει σε κατάσταση βρασμού. Αν το υγρό αρχίζει να βράζει, ο ρότορας και τα έδρανα δε θα ψύχονται πλέον και δε θα λιπαίνονται επαρκώς και αν αντλείται νερό, λαμβάνει χώρα καθίζηση υδροξειδίου του ασβεστίου στις εσωτερικές επιφάνειες της θαλάμης του ρότορα. Η θαλάμη του ρότορα επίσης βοηθά στην ψύξη του στάτη.

Η θερμοκρασία στη θαλάμη του ρότορα εξαρτάται από διάφορα είδη απωλειών και παραγόντων:

- Απώλειες στο στάτη.
- Απώλειες στο ρότορα με ασύγχρονους κινητήρες.
- Υδραυλικές απώλειες γύρω από το ρότορα.
- Απώλειες στα έδρανα.
- Θερμοκρασία υγρού και του εγγύς περιβάλλοντος.
- Μεταφορά θερμότητας στο εγγύς περιβάλλον.

Το αντλούμενο υγρό μειώνει περίπου στο 80% τις απώλειες στους κυκλοφορητές που είναι τοποθετημένοι στην είσοδο του λέβητα στα συστήματα θέρμανσης, συντελώντας έτσι στην αύξηση της απόδοσης στη θέρμανση των κατοικιών.

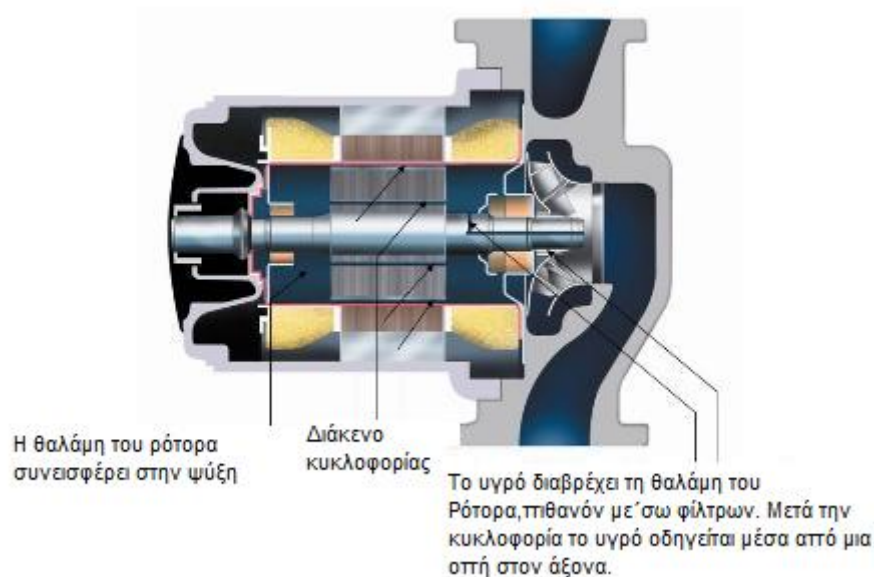
Η θαλάμη του ρότορα είναι μερικώς πληρωμένη με υγρό μέσω της πίεσης του συστήματος. Όταν η αντλία ξεκινήσει, γίνεται εξαέρωση και ο αέρας στη θαλάμη του ρότορα φυγοκεντρίζεται όσο η διαφορά πίεσης που δημιουργείται από την αντλία δημιουργεί μία κυκλοφορία. Αν η θαλάμη του ρότορα έχει σχεδιαστεί κατάλληλα, ο εναπομείναντας αέρας θα συγκεντρωθεί γύρω από τον άξονα και τελικά θα απομακρυνθεί διαμέσου μια ειδικής οπής στον άξονα. Σε κάποιους τύπους υδρολίπαντων αντλιών, το νερό ρέοντας προς τη θαλάμη του ρότορα καθαρίζεται περνώντας μέσα από έναν αριθμό φίλτρων. Ο ηλεκτρονικός

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

κυκλοφορητής της Grundfos Magna(σχήμα 3.18) είναι ένα παράδειγμα κυκλοφορητή με τέτοια φίλτρα που παρέχουν προστασία από διάβρωση που προκαλείται από ιζήματα στην πλάκα του εδράνου και ένα διάφραγμα στο στεγανοποιητικό άξονα εξασφαλίζοντας ότι μόνο καθαρό νερό θα μπορεί να περάσει μέσα από τα φίλτρα[4].



Σχήμα 3.18: Κυκλοφορητής Grundfos Magna



Σχήμα 3.18 Σχηματική αναπαράσταση της θαλάμης του ρότορα.

3.3.6 Έδρανα

Ο ρότορας με τον άξονα και την πτερωτή εδράζονται σε λεία έδρανα τα οποία ψύχονται και λιπαίνονται από το κυκλοφορούν υγρό. Αν τα έδρανα είναι σωστά σχεδιασμένα και έχουν κατασκευαστεί από το σωστό υλικό, μπορούν να πετύχουν μέχρι 20 χρόνια συνεχούς λειτουργίας. Η καθαρότητα του υγρού συνήθως καθορίζει τη ζωή των εδράνων. Στους κυκλοφορητές που χρησιμοποιούνται σε συστήματα θέρμανσης και για ζεστά νερά χρήσης, ζεστό νερό μέχρι τους 120 °C χρησιμοποιείται ως λιπαντικό. Το κινηματικό ιξώδες για το νερό, για παράδειγμα, στους 1000 C είναι 0,00028 Ns/m². Συγκριτικά, ένας κινητήρας λαδιού SAE 5W-20W έχει 10 φορές μεγαλύτερο ιξώδες στην ίδια θερμοκρασία. Επομένως, όταν το

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

νερό χρησιμοποιείται ως λιπαντικό, δημιουργεί ειδικές απαιτήσεις στις διαστάσεις των εδράνων και στην επιλογή των υλικών.

Τα έδρανα για τους κυκλοφορητές είναι κυρίως κατασκευασμένα από τους παρακάτω συνδυασμούς:

Ακτινικά έδρανα

- Άξονας από αντιδιαβρωτικό υλικό/έδρανο από γραφίτη.
- Κεραμικός άξονας/ έδρανο από γραφίτη.
- Άξονας από αντιδιαβρωτικό υλικό με επίστρωση καρβίδιο βολφραμίου/κεραμικά έδρανα.
- Άξονας από αντιδιαβρωτικό υλικό με επίστρωση καρβίδιο βολφραμίου/ έδρανο από πυριτικό καρβίδιο.
- Άξονας από αντιδιαβρωτικό υλικό με δακτυλίους καρβιδίου/κεραμικά έδρανα.
- Κεραμικός άξονας / κεραμικά έδρανα.

Σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης όπου για παράδειγμα μαγνητικά υλικά προκαλούν σε υψηλό βαθμό απόξεση υλικού, τα υψηλής αντοχής υλικά στα παραπάνω ζεύγη, όπως κεραμικό/κεραμικό, παρουσιάζουν ιδιαίτερη αντοχή και έχουν μία πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής.

Αξονικά έδρανα

Οι πιο συνήθεις συνδυασμοί υλικών είναι:

- Γραφίτης/κεραμικό.
- Γραφίτης/πυριτικό καρβίδιο.

Τα έδρανα ολίσθησης χρησιμοποιούνται πολύ περισσότερο σε σχέση με τα έδρανα κυλίσεως.

3.3.7 Θόρυβος

Ο κινητήρας της υδρολίπαντης αντλίας παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλή στάθμη θορύβου επειδή δε διαθέτει ανεμιστήρα αφενός και αφετέρου λόγω της ύπαρξης εδράνων ολίσθησης, χαμηλού θορύβου. Η λειτουργία του κινητήρα έχει να κάνει με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της αντλίας και ειδικά με την εγκατάσταση στην οποία έχει τοποθετηθεί η αντλία. Υπάρχει περίπτωση για μία εγκατάσταση η αντλία να έχει υπέρ-διαστασιολογηθεί σε σχέση με τις πραγματικές απαιτήσεις, κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα τον πρόσθετο θόρυβο ροής στις σωληνώσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, η λύση θα μπορούσε να είναι η αντικατάσταση με μία αντλία με ταχύτητες ή ακόμη καλύτερα με μία ηλεκτρονικά ελεγχόμενη αντλία η οποία αυτόματα ρυθμίζει τις στροφές του κινητήρα σύμφωνα με την πραγματική ζήτηση, ελαχιστοποιώντας έτσι το θόρυβο [4].

Για μείωση του θορύβου η ημιτονοειδής ηλεκτρική ροή δημιουργείται μέσω ηλεκτρονικών ισχύος, τα οποία είναι ενσωματωμένα σε μοντέρνους κινητήρες [5].

Αν η υδρολίπαντη αντλία (ή κυκλοφορητής) σχεδιαστεί και κατασκευαστεί σωστά και αν τοποθετηθεί στην κατάλληλη εγκατάσταση για την οποία προτείνεται, τότε θα έχουμε μία απόλυτα στεγανή, χαμηλής στάθμης θορύβου, αξιόπιστη και ανθεκτική αντλία (ή κυκλοφορητή) για την οποία δε απαιτείται η παραμικρή συντήρηση.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

3.4 Ενεργειακή σήμανση των κυκλοφορητών

3.4.1 Εισαγωγή

Οι κυκλοφορητές καταναλώνουν πολλή ενέργεια στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μικροί κυκλοφορητές (ισχύος < 250 W) σε οικιακά συστήματα κεντρικής θέρμανσης στις χώρες αυτές καταναλώνουν περίπου 40 TWh / έτος, κατανάλωση συγκρίσιμη με αυτή όλων των πλυντηρίων ρούχων στην Ευρωπαϊκή Ένωση [20].

Με τη χρήση κυκλοφορητών με ελεγχόμενη ταχύτητα αντί των συμβατικών κυκλοφορητών σταθερών στροφών είναι δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 25% έως και 80%. Παρά το μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, είναι δύσκολη η διείσδυση στην αγορά αυτών των κυκλοφορητών. Λιγότερο από το 20% των κυκλοφορητών που πωλούνται σήμερα είναι κυκλοφορητές ελεγχόμενης ταχύτητας.

Η ενεργειακή σήμανση, η ενεργειακή απόδοση, η μείωση του ΦΠΑ κ.λπ. θα μπορούσαν να αυξήσουν τη χρήση των κυκλοφορητών με ελεγχόμενη ταχύτητα αλλά και γενικά των κυκλοφορητών με υψηλότερη απόδοση. Για την δημιουργία τέτοιων μέσων πολιτικής είναι αναγκαίο ένα σύστημα ταξινόμησης, το οποίο μπορεί να κατατάξει τους κυκλοφορητές βάσει της κατανάλωσης ενέργειας.

Σύμφωνα με τη σχετική έκθεση της Eurosump έχει σχεδιαστεί ένα σύστημα ταξινόμησης για κυκλοφορητές σε συστήματα θέρμανσης κατοικιών και εμπορικών κτηρίων στην ΕΕ. Το σύστημα κατάταξης κατατάσσει τους κυκλοφορητές σύμφωνα με την ετήσια κατανάλωση ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη τόσο την απόδοση όσο και τον τρόπο ελέγχου καθώς και το προφίλ φορτίου.

Σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην ΕΕ σχετικά με υδραυλικά συστήματα θέρμανσης επικεντρώθηκε κυρίως στη διακύμανση της ροής στα συστήματα αυτά, επειδή η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από τους κυκλοφορητές με ελεγχόμενη ταχύτητα είναι αποτέλεσμα της δυνατότητας να μειώνουν την ταχύτητά τους όταν υπάρχει μειωμένη ροή. Η έρευνα έδειξε ότι η πλειονότητα των συστημάτων θέρμανσης είναι δισωλήνιο σύστημα με καλοριφέρ και θερμοστάτη ή χειροκίνητες βαλβίδες ελέγχου.

Με βάση την υπόθεση ότι οι χειροκίνητες βαλβίδες χρησιμοποιούνται για να διατηρηθεί το επίπεδο άνεσης στο δωμάτιο, συνάγεται το συμπέρασμα ότι μεγάλες διακυμάνσεις της ροής αναμένονται στο μεγαλύτερο ποσοστό των συστημάτων θέρμανσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτό σημαίνει ότι για την πλειοψηφία των συστημάτων θέρμανσης στην ΕΕ, η εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση κυκλοφορητών ελεγχόμενης ταχύτητα είναι αναμενόμενη. Το δυναμικό εξοικονόμησης εξαρτάται από το προφίλ του φορτίου.

Κατά την έρευνα της Eurosump αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί το ίδιο προφίλ φορτίου με εκείνο που χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση των κυκλοφορητών για τη γερμανική ενεργειακή σήμανση Blauer Engel για κυκλοφορητές. Επαληθεύτηκε ότι αυτό το προφίλ φορτίου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η ετικέτα A-G για την ενεργειακή σήμανση των οικιακών λαμπτήρων αποτέλεσε τη βάση για το σχεδιασμό της αντίστοιχης ετικέτας για τους κυκλοφορητές. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα ενεργειακό σήμα είναι μόνο μία παράμετρος που χρησιμοποιείται για την επιλογή της αντλίας κυκλοφορητή. Ο δείκτης για την σήμανση βαθμονομήθηκε έτσι ώστε οι περισσότεροι από τους κυκλοφορητές σταθερών στροφών που πωλούνται σήμερα να λάβουν "D" ή "E" σήμανση. Οι ενεργειακά πιο αποδοτικοί κυκλοφορητές (κυκλοφορητές ελεγχόμενης

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

ταχύτητας με μόνιμους μαγνήτες) λαμβάνουν σήμανση "A". Οι υπόλοιποι τύποι κυκλοφορητών εμπίπτουν στις άλλες κατηγορίες [13,3].

3.4.2 Σύστημα ταξινόμησης και ενεργειακής σήμανσης

Χρειάστηκαν τέσσερα χρόνια για να ετοιμασθεί ένας συνεπής, δίκαιος τρόπος βάσει του οποίου να προσδιορίζεται η κατηγορία κατανάλωσης στην οποία ανήκει κάθε ένας κυκλοφορητής. Αυτό δεν ήταν εύκολο, αφού οι προδιαγραφές και η λειτουργία των εγκαταστάσεων θέρμανσης διαφέρουν σημαντικά από χώρα σε χώρα.

Η ενεργειακή σήμανση αφορά τόσο τους ηλεκτρονικούς όσο και τους απλούς κυκλοφορητές. Η Grundfos μάλιστα, από το 2005, προχώρησε σε ανανέωση της σειράς και των απλών κυκλοφορητών της ώστε να κατατάσσονται μόνο στις κατηγορίες χαμηλής κατανάλωσης B και C. Τόσο χαμηλές καταναλώσεις επιτυγχάνονταν στο παρελθόν μόνο με τους κατά πολύ ακριβότερους ηλεκτρονικούς κυκλοφορητές.

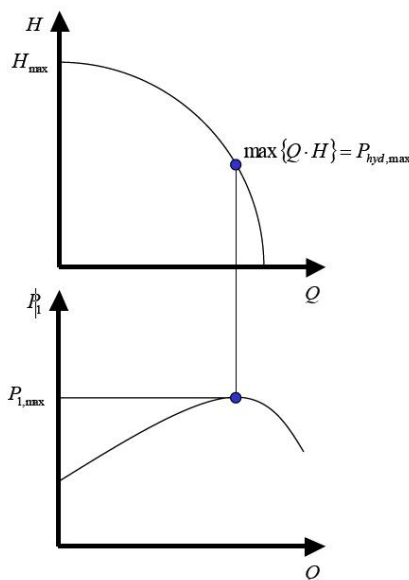
Το σύστημα ταξινόμησης κατατάσσει τους κυκλοφορητές σύμφωνα με τη μέση κατανάλωση ισχύος. Η κατανάλωση ισχύος ενός κυκλοφορητή δεν εξαρτάται μόνο από την απόδοση των κυκλοφορητών, αλλά εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από την αλληλεπίδραση με το σύστημα θέρμανσης, όπου έχουν εγκατασταθεί. Συνεπώς, η μέθοδος ταξινόμησης των κυκλοφορητών με βάση την κατανάλωση ισχύος, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως λαμβάνει υπόψη την αποδοτικότητα, τον τρόπο ελέγχου και το προφίλ του φορτίου για την κατάταξή τους.

Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης υπολογίζεται ως το πηλίκο της μέσης καταναλισκόμενης ισχύος προς την ισχύ αναφοράς.

$$EEI = \frac{P_{L,avg}}{P_{ref}} \quad (3)$$

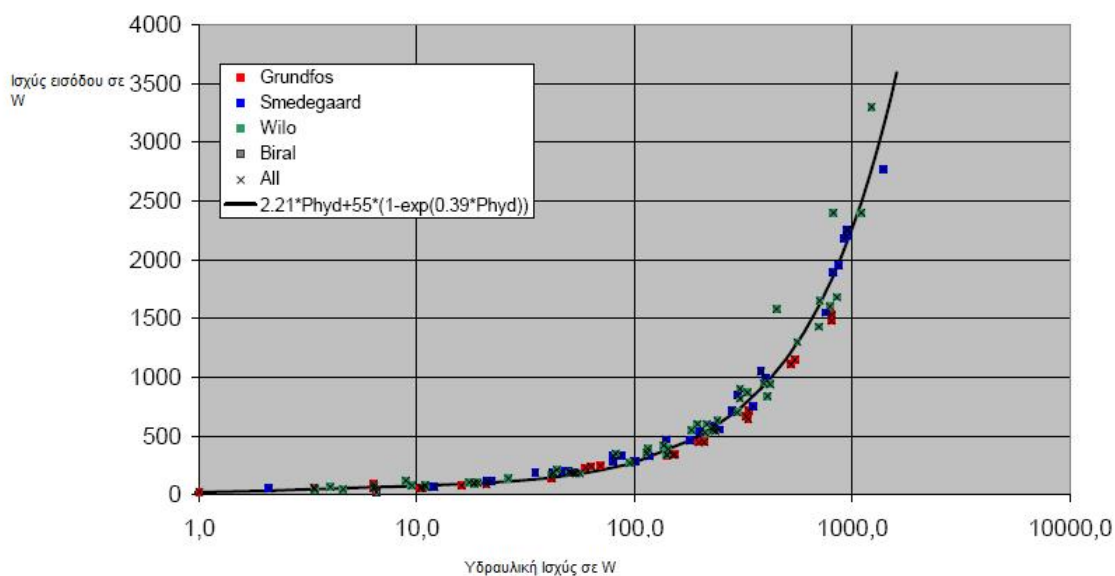
Επειδή η απόδοση του κυκλοφορητή εξαρτάται από το μέγεθός του, η κατανάλωση ισχύος ενός κυκλοφορητή θα εξαρτάται τόσο από την υδραυλική ισχύ όσο και από το μέγεθος του κυκλοφορητή. Για να είναι σε θέση κάποιος να υπολογίσει την ισχύ αναφορά ενός κυκλοφορητή ορισμένου μεγέθους, δημιουργήθηκε μια σχέση μεταξύ της υδραυλικής ισχύος και της μέγιστης κατανάλωσης ισχύος. Η σχέση επικεντρώνεται μόνο στη μέγιστη κατανάλωση ισχύος.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.19: Υπολογισμός της μέγιστης υδραυλικής ισχύος

Η υδραυλική ισχύς μετράται σύμφωνα με το πρότυπο EN 1151. Η μέγιστη υδραυλική ισχύς είναι το σημείο όπου το γινόμενο $Q \cdot H$ είναι μέγιστο. Σε αυτό το σημείο λειτουργίας μετρείται η μέγιστη κατανάλωση ισχύος.



Σχήμα 3.20: Γραφική παράσταση της Ισχύος εισόδου συναρτήσει της Υδραυλικής ισχύος

Με αυτά τα δεδομένα δημιουργήθηκε το γράφημα 3.20. Η γραμμή τάσης που φαίνεται υπολογίστηκε από την παρακάτω σχέση:

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

$$P_{ref} = 2.21 * P_{hydr,max} + 55[W] \tag{4}$$

Όπου

$$P_{hydr,max} = 2.73 * \max \{ Q * H \} [W] \tag{5}$$

$P_{hydr,max}$: η μέγιστη υδραυλική ισχύς σε W

Q : η παροχή σε m³/h

H : το μανομετρικό ύψος σε m

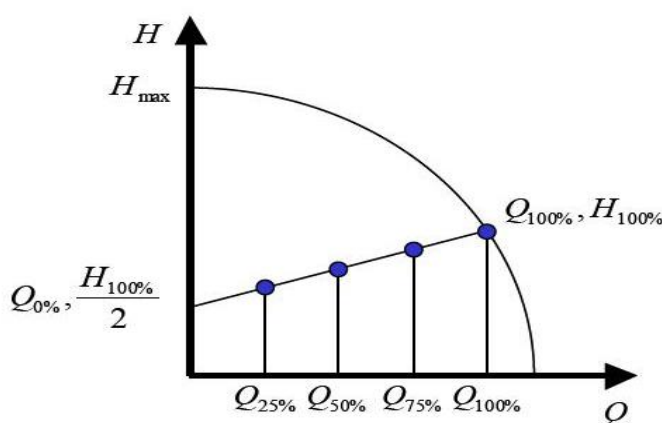
Η παραπάνω γραμμική σχέση οδήγησε σε μη ρεαλιστική ισχύ αναφοράς για μικρές αντλίες με υδραυλική ισχύ μικρότερη από 20W.

Γι' αυτό το λόγο ο υπολογισμός της ισχύος αναφοράς άλλαξε σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$P_{ref} = 2.21 * P_{hydr,max} + 55(1 - e^{-0.39 * P_{hydr,max}}) [W] \tag{6}$$

Η συνάρτηση βαθμονομήθηκε ώστε η ισχύς αναφοράς μιας αντλίας με υδραυλική ισχύ 1W είναι 20W, που είναι μια πιο ρεαλιστική τιμή. Η αλλαγή αυτή δεν επέφερε αισθητές διαφορές στην τιμή των αντλιών με υδραυλική ισχύ μεγαλύτερη από 20W.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος και του κυκλοφορητή έχει βελτιωθεί με τους κυκλοφορητές με ελεγχόμενη ταχύτητα. Αυτό εξοικονομεί υδραυλική ισχύ και κατά συνέπεια μειώνει την κατανάλωση ενέργειας του κυκλοφορητή. Για να ληφθεί αυτό υπόψη ορίζεται μια τυποποιημένη καμπύλη έλεγχου. Αυτή η καμπύλη ελέγχου εμφανίζεται στο σχήμα 3.21.



Σχήμα 3.21: Καμπύλη ελέγχου

Η καμπύλη ελέγχου είναι η ευθεία γραμμή που διέρχεται από τα σημεία $(Q_{100\%}, H_{100\%})$ και $(Q_0, \frac{H_0}{2})$.

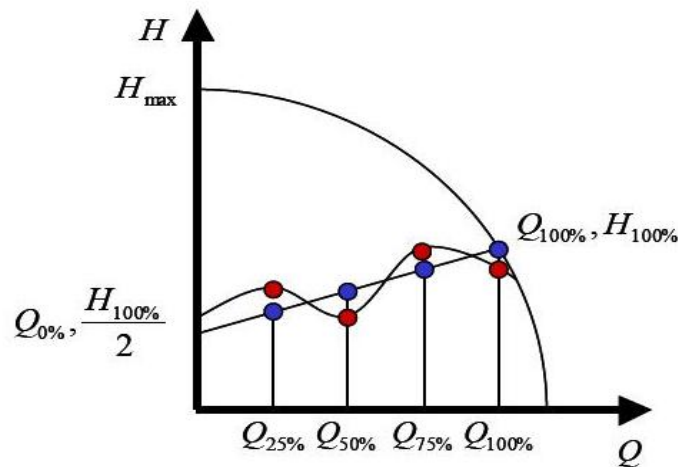
Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

Μια δεδομένη αντλία είναι δύσκολο να λειτουργήσει ακριβώς πάνω στην καμπύλη ελέγχου. Πάντα θα υπάρχει κάποιο σφάλμα. Για αντλίες χωρίς έλεγχο είναι εντελώς ανέφικτο..

Οι αποκλίσεις από την καμπύλη ελέγχου είναι αναπόφευκτες. Πρώτον, διότι κάποιοι τύποι κυκλοφορητών δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσουν πάνω στην καμπύλη ελέγχου. Δεύτερον, διότι ο εσωτερικός έλεγχος σε αυτούς τους κυκλοφορητές βασίζονται στις εκτιμώμενες τιμές.

Τα λάθη ελέγχου έχουν επιπτώσεις στη μέση κατανάλωση ενέργειας, γεγονός που συνεπάγεται επιπτώσεις και στην κατάρταξη. Το σύστημα ταξινόμησης οφείλει ως εκ τούτου να λαμβάνει υπόψη τα σφάλματα ελέγχου.

Προκειμένου να αποφευχθεί η εσφαλμένη σήμανση ενός κυκλοφορητή λόγω σφάλματος κατά τον έλεγχο χρησιμοποιείται η παρακάτω καμπύλη σφάλματος ελέγχου.



Σχήμα 3.22: Αντιστάθμιση λόγω σφάλματος ελέγχου

$$P_L = \frac{H_{ref}}{H_{meas}} P_{1,meas}, \text{ if } H_{meas} \leq H_{ref} \quad (7)$$

$$P_L = P_{1,meas}, \text{ if } H_{meas} > H_{ref} \quad (8)$$

P_L : η αντισταθμισμένη ισχύς

P_{meas} : η μετρούμενη ισχύς

H_{meas} : το μετρούμενο μανομετρικό ύψος

H_{ref} : μανομετρικό ύψος αναφοράς

Μια γενική εικόνα της μεθόδου κατηγοριοποίησης των κυκλοφορητών που περιγράφεται παραπάνω μπορεί να αποκτηθεί μέσω της αναλυτικής παρουσίασης των βημάτων που ακολουθούνται:

1. Μετράται η αντλία στην μέγιστη ρύθμιση.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

2. Εντοπίζεται το σημείο όπου $Q \cdot H$ είναι μέγιστο σύμφωνα με το πρότυπο EN 1151 και καθορίζεται η παροχή και μανομετρικό ύψος σε αυτό το σημείο ως $Q_{100\%}$ και $H_{100\%}$.
3. Υπολογίζεται η υδραυλική ισχύς P_{hydr} σε αυτό το σημείο καθώς και
4. Υπολογίζεται η ισχύς αναφοράς σύμφωνα με τη σχέση (6):

$$P_{ref} = 2.21 * P_{hydr,max} + 55(1 - e^{-0.39 * P_{hydr,max}}) [W] \quad (9)$$

5. Στη συνέχεια καθορίζεται η καμπύλη ελέγχου ως η ευθεία γραμμή που διέρχεται από τα σημεία ($Q_{100\%}$, $H_{100\%}$) και $\left(Q_0, \frac{H_0}{2}\right)$.
6. Επιλέγεται ένα ενδιάμεσο σημείο λειτουργίας (ελεύθερη επιλογή).
7. Μετράται η P_L και το H για παροχή $Q_{100\%}$, $0,75 * Q_{100\%}$, $0,5 * Q_{100\%}$, $0,25 * Q_{100\%}$.

$$P_L = \frac{H_{ref}}{H_{meas}} P_{L,meas}, \text{ if } H_{meas} \leq H_{ref} \quad (10)$$

8. Υπολογίζεται σε αυτές τις παροχές

$$P_L = P_{L,meas}, \text{ if } H_{meas} > H_{ref} \quad (11)$$

9. Χρησιμοποιώντας την P_L προσδιορίζεται το προφίλ φορτίου υπολογίζεται η σταθμισμένη μέση ισχύς $P_{L,avg}$
10. Υπολογίζεται ο Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (EEI):

$$EEI = \frac{P_{L,avg}}{P_{ref}} \quad (12)$$

3.4.3 Ενεργειακή Σήμανση A-G για κυκλοφορητές

Το σύστημα ταξινόμησης χρησιμοποιήθηκε ώστε να υπάρξει ενεργειακή σήμανση των κυκλοφορητών. Η ευρωπαϊκή ενεργειακή σήμανση A-G κρίθηκε κατάλληλη για το σκοπό αυτό και η ομάδα εργασίας αποφάσισε να την χρησιμοποιήσει.

Η ενεργειακή σήμανση είναι γνωστή από τις ηλεκτρικές συσκευές οικιακής χρήσης (πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, ψυγεία, λαμπτήρες κλπ.) και υποδηλώνει την κατανάλωση ενέργειας κάθε συσκευής σε μια κλίμακα 7 βαθμίδων (από A έως G) [3].

Αυτά τα σήματα διαφέρουν πολύ όσον αφορά το σχεδιασμό και την ποσότητα των πληροφοριών. Αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί ένα απλό σήμα για κυκλοφορητές. Σχεδιάστηκε μια ετικέτα ανάλογη με εκείνη των οικιακών λαμπτήρων. Η ετικέτα A-G για κυκλοφορητές εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές



Σχήμα 3.23: Ετικέτα ενεργειακής σήμανσης για κυκλοφορητές

Η ετικέτα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, η οποία υποδεικνύεται από τα γράμματα και τα βέλη στην ετικέτα. Παρέχονται μόνο πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και κατά πόσον ο κυκλοφορητής είναι ελεγχόμενης ταχύτητας.

Ο δείκτης της ενεργειακής απόδοσης (energy efficiency index-EEI πρέπει να είναι προσαρμοσμένος με τα 7 επίπεδα στην ετικέτα A-G της EE.

Αυτή η βαθμονόμηση εμφανίζεται στον ακόλουθο πίνακα

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Κλάση κυκλοφορητή σύμφωνα με τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης

Κλάση	Energy Efficient Index (EEI)
A	$EEI < 0,40$
B	$0,40 \leq EEI \leq 0,60$
C	$0,60 \leq EEI \leq 0,80$
D	$0,80 \leq EEI \leq 1,00$
E	$1,00 \leq EEI \leq 1,20$
F	$1,20 \leq EEI \leq 1,40$
G	$1,40 \leq EEI$

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η βαθμονόμηση έγινε έτσι ώστε οι περισσότεροι από τους κυκλοφορητές σταθερών στροφών που πωλούνται σήμερα να λάβουν "D" ή "E" σήμανση. Οι ενεργειακά πιο αποδοτικοί κυκλοφορητές (κυκλοφορητές ελεγχόμενης ταχύτητας με μόνιμους μαγνήτες) λαμβάνουν σήμανση "A". Οι υπόλοιποι τύποι κυκλοφορητών εμπίπτουν στις άλλες κατηγορίες[8].

Σήμερα πέντε από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές κυκλοφορητών στην Ευρώπη με πρωτοβουλία του Εμπορικού Οργανισμού Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Αντλιών (Euroump), συμφώνησαν να σημαίνουν όλους τους κυκλοφορητές τους με το σύστημα ενεργειακής σήμανσης (Energy Label), την τυποποιημένη ένδειξη που δηλώνει πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούν την ενέργεια. Γρήγορα θα ακολουθήσουν και οι υπόλοιποι κατασκευαστές. Οι εταιρείες αυτές (Grundfos και Smedegaard από τη Δανία, Wilo από τη Γερμανία, Circulating Pumps από τη Μεγ. Βρετανία και Biral από την Ελβετία) καλύπτουν περισσότερο από το 80% της Ευρωπαϊκής αγοράς κυκλοφορητών.

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

3.5 Συστήματα κεντρικής θέρμανσης

Υπάρχουν δυο είδη συστημάτων κεντρικής θέρμανσης: το μονοσωλήνιο και το δισωλήνιο. Το μονοσωλήνιο άρχισε να εμφανίζεται μετά τη δεκαετία του 1980 και από τότε επικράτησε κυρίως στα κτήρια κατοικιών, διότι δίνει τη δυνατότητα αυτονομίας στη θέρμανση για κάθε διαμέρισμα, ενώ το δισωλήνιο σύστημα εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Στο δισωλήνιο σύστημα η κυκλοφορία του νερού από τον λέβητα στα θερμαντικά σώματα γίνεται με κατακόρυφες στήλες, στις οποίες συνδέονται τα θερμαντικά σώματα ανά όροφο. Στο μονοσωλήνιο σύστημα η τροφοδότηση κάθε ορόφου γίνεται μέσω ξεχωριστών συλλεκτών (δύο ανά όροφο) από τους οποίους ξεκινούν και καταλήγουν οι βρόγχοι μέσω των οποίων κυκλοφορεί το ζεστό νερό και συνδέονται τα σώματα ανά όροφο[6,8,9].

Πιο συγκεκριμένα ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης αποτελείται από τα εξής:

- τον λέβητα, όπου γίνεται η θέρμανση του νερού
- τον καυστήρα, όπου γίνεται η καύση του εκάστοτε χρησιμοποιούμενου καυσίμου (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κλπ)
- την καπνοδόχο
- το δοχείο διατήρησης της πίεσης
- τον κυκλοφορητή
- τους συλλέκτες
- τις σωληνώσεις
- τα θερμαντικά σώματα

3.6 Κατανάλωση Κυκλοφορητών

3.6.1 Κατοικίες

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι κατοικίες διακρίνονται σε 4 κατηγορίες: μονοκατοικίες, διπλοκατοικίες, μικρές και μεγάλες πολυκατοικίες. Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση αυτή έγινε μια παραδοχή σχετικά με το μανομετρικό ύψος H σε m και την παροχή Q σε m^3/h που απαιτούνται για την εγκατάσταση που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία κατοικίας. Κατόπιν βρέθηκε η ισχύς του κυκλοφορητή που αντιστοιχεί σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες εγκατάστασης θέρμανσης, ανάλογα με την κλάση στην οποία ανήκει και χρησιμοποιώντας στοιχεία από κατασκευάστριες εταιρείες [30].

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Εκτιμώμενη ισχύς κατανάλωσης του κυκλοφορητή ανά είδος κτηρίου και κλάση κυκλοφορητή σε W .

Μονοκατοικία		A κλάσης	B κλάσης	C κλάσης
Μονοσωλήνιο	$Q=2$ $H=4$	57	71	80
Δισωλήνιο	$Q=2$ $H=2$	30	51	60

Κεφάλαιο 3: Κυκλοφορητές

Διπλοκατοικία

Μονοσωλήνιο	Q=3 H=4,5	81	150	175
Δισωλήνιο	Q=3 H=2	37	100	131

μικρή πολυκατοικία

μονοσωλήνιο	Q=7 H=5	181	210	240
Δισωλήνιο	Q=7 H=2,5	109	195	218

πολυκατοικία

μονοσωλήνιο	Q=13 H=5	323	520	575
Δισωλήνιο	Q=13 H=3	186	350	395

Επίσης έγινε η παραδοχή ότι το σύνολο των κατοικιών που έχουν κατασκευαστεί έως το 1980 έχουν δισωλήνιο σύστημα, ενώ για τις κατοικίες που έχουν κατασκευαστεί από το 1981 έως το 2008 θεωρείται ότι το 95% έχει μονοσωλήνιο σύστημα και μόλις το 5% έχει δισωλήνιο.

3.6.2 Λοιπά Κτήρια

Για τα υπόλοιπα κτήρια χρησιμοποιήθηκε η εξής παραδοχή:

όλα τα άλλα κτήρια

δισωλήνιο	Q=13 H=5	323	520	575
-----------	----------	-----	-----	-----

Θεωρήθηκε δε ότι πρόκειται για τυπικά μεγάλες εγκαταστάσεις οι οποίες θεωρείται ότι έχουν στο σύνολό τους δισωλήνιο σύστημα.

4 Εξοικονόμηση ενέργειας

4.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μια προσέγγιση της κατανάλωσης ισχύος του κυκλοφορητή που αντιστοιχεί σε κάθε είδος κτηρίου και ανάλογα με την ενεργειακή κλάση στην οποία ανήκει ο κυκλοφορητής. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια προσπάθεια υπολογισμού της κατανάλωσης ενέργειας από την χρήση των κυκλοφορητών ετησίως και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν μερικά σενάρια αντικατάστασης των παλαιών με νέους κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης A και θα υπολογιστεί η εξοικονόμηση που θα επιτευχθεί.

4.2 Εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των κυκλοφορητών

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε ένα σύνολο κανόνων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τους κυκλοφορητές. Τα κράτη μέλη υποστήριξαν τα μέτρα αυτά στην συνεδρίαση της επιτροπής για τον Οικολογικό Σχεδιασμό και τον Ιούλιο του 2009 η πρόταση εξετάστηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και πήρε την επίσημη έγκριση από την Επιτροπή.

Το μέτρο έχει σημαντική συμβολή στην επίτευξη των στόχων της ενεργειακής απόδοσης στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στην επίτευξη του στόχου της για προστασία του κλίματος. Επίσης θα οδηγήσει πολύ γρήγορα σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και οφέλη για την κοινωνία και τη βιομηχανία.

Ο κανονισμός θα απαγορεύσει το 2013 τη διάθεση στην αγορά των κυκλοφορητών χαμηλής ενεργειακής απόδοσης και θα επιτρέπει την πώληση μόνο κυκλοφορητών πολύ υψηλής και ευφυούς απόδοσης [20].

Είναι γεγονός πως περισσότερα από 140 εκατομμύρια κυκλοφορητές που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ευρώπη λειτουργούν συνεχώς, ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ανάγκη ή μη, εκτός εάν απενεργοποιηθούν από το χρήστη όταν τη θέρμανση δεν είναι απαραίτητη. Αλλαγή που παραπάνω τρόπου λειτουργίας θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείωση περίπου 1% του μέσου όρου των ενεργειακών δαπανών των νοικοκυριών για ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα. Το ποσοστό αυτό θα πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερο σε βορειότερες χώρες όπου οι απαιτήσεις θέρμανσης είναι μεγαλύτερες. Επομένως σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας θα μπορούσε να γίνει με τη χρήση κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Η νέα νομοθεσία όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως επιτρέπει μόνο τις πωλήσεις κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής απόδοσης που λειτουργούν όταν υπάρχει ανάγκη και οι οποίοι είναι σε θέση να προσαρμόσουν την ταχύτητά τους ανάλογα με τις ανάγκες.

Εκτιμάται ότι η νομοθεσία αυτή θα οδηγήσει σε ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (στο σύνολο της ΕΕ-27) περίπου 23 TWh το 2020, που αντιστοιχεί σε ετήσια μείωση κατά 11 εκατ. τόνους εκπομπών CO₂. Η εξοικονόμηση αυτή αντιστοιχεί περίπου στην ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της Ιρλανδίας.

Η σταδιακή προσέγγιση του στόχου επιτρέπει στους κατασκευαστές, ιδίως των μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, να προσαρμοστούν στις νέες απαιτήσεις. Ο κανονισμός βασίζεται στα αποτελέσματα μιας εις βάθος ανάλυσης των τεχνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών

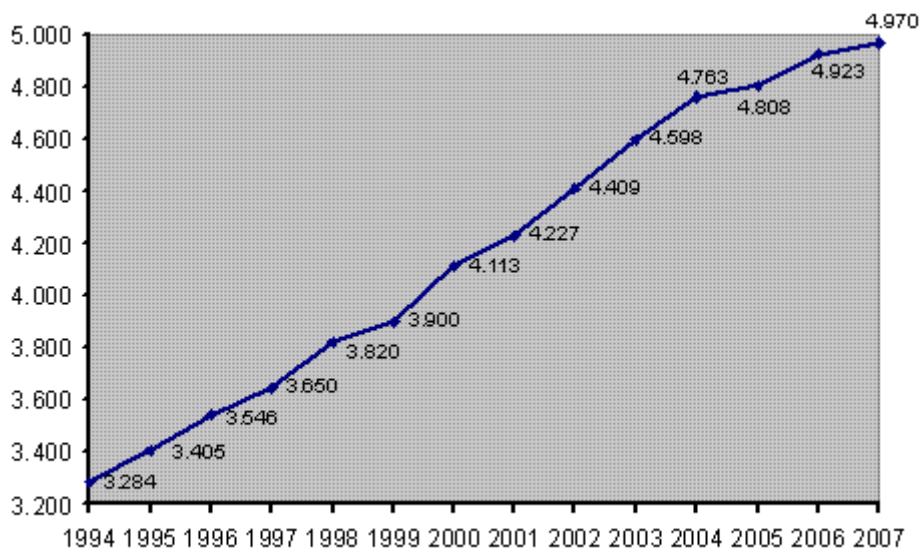
Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

πτυχών των κυκλοφορητών, η οποία διενεργήθηκε σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς και εμπειρογνώμονες από όλο τον κόσμο. Αναμένεται δε το μέτρο να επεκταθεί για να καλύψει και άλλες ομάδες προϊόντων.

Όπως είναι φανερό από τα παρακάτω στοιχεία παρατηρείται μια σημαντική αύξηση ετησίως της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά κάτοικο στην Ελλάδα. Είναι λοιπόν σημαντικό τόσο για οικονομικούς όσο και για περιβαλλοντικούς λόγους να γίνουν προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας [22].

Πίνακας 4.1: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κάτοικο στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ Α.Ε. (σε kWh)

1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007
88	265	976	2.106	2.923	4.113	4.970



Σχήμα 4.1: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κάτοικο στην Ελλάδα σε (kWh) ανά έτος τα τελευταία χρόνια.

4.3 Κατανάλωση ενέργειας σήμερα στο νομό Αττικής

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση των κυκλοφορητών μπορεί να υπολογιστεί για κάθε κατηγορία κτηρίων σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Κατανάλωση σε Wh/έτος} = (\text{Αριθμός κτηρίων}) * (\text{ισχύς του κυκλοφορητή}) * (\text{ώρες λειτουργίας/ημέρα}) * (\text{ημέρες λειτουργίας/μήνα}) * (\text{μήνες λειτουργίας}/\text{έτος}) \quad (13)$$

Στην περίπτωση των ξενοδοχείων θεωρήθηκε και ένας συντελεστής ταυτοχρονισμού της εγκατάστασης ίσο με 0,5.

Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει αναλυτικά τις παραδοχές που έγιναν σχετικά με το χρόνο λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης κατά τη διάρκεια ενός χρόνου.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Αναλυτικά οι παραδοχές που έγιναν για τον υπολογισμό των ωρών λειτουργίας ανά έτος ενός κυκλοφορητή

ΧΡΗΣΗ	Ωρες/ημέρα	Ημέρα/μήνα	Μήνες/έτος	Συντελεστής Ταυτοχρονισμού	h/έτος
μονοκατοικία	8	30	6	1	1440
διπλοκατοικία	8	30	6	1	1440
μικρή πολυκατοικία	6	30	6	1	1080
πολυκατοικία	6	30	6	1	1080
σχολεία	9	25	6	1	1350
νοσοκομεία	24	30	7	1	5040
ξενοδοχεία	24	30	6	0,5	2160
καταστ-γραφ	12	25	7	1	2100
εκκλησίες	8	30	6	1	1440
εργοστάσια	10	25	6	1	1500

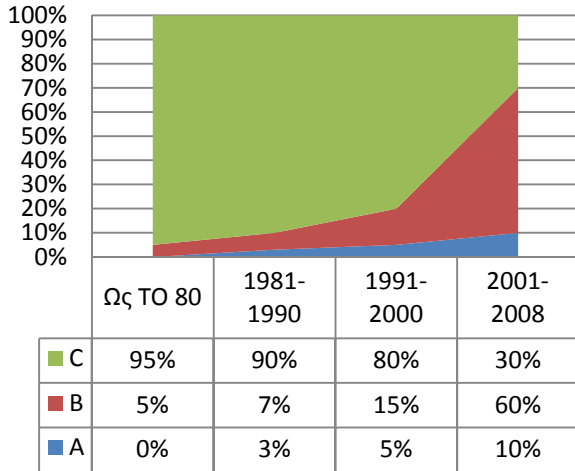
Είναι αναμενόμενο οι ώρες λειτουργίας ανά έτος στα συστήματα θέρμανσης του Νομού Αττικής να είναι περιορισμένες. Αυτό συμβαίνει διότι το κλίμα της περιοχής είναι σχετικά ζεστό και η διάρκεια του κρύων ημερών κατά την περίοδο του χειμώνα είναι περιορισμένη.

4.3.1 Κτήρια και κλάση κυκλοφορητή

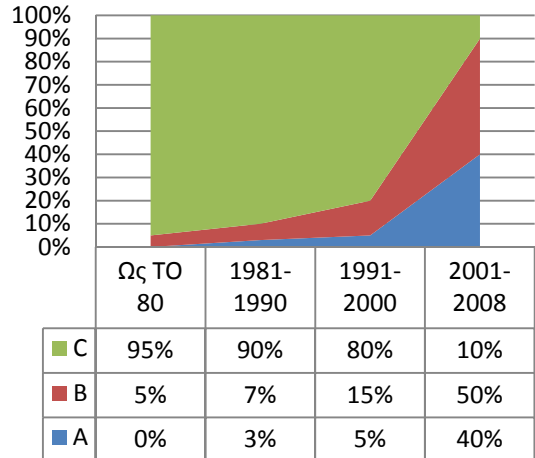
Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι παραδοχές που έγιναν όσον αφορά την περίοδο κατασκευής, τη χρήση του κτηρίου και την κλάση κυκλοφορητή που έχουν εγκατεστημένο.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

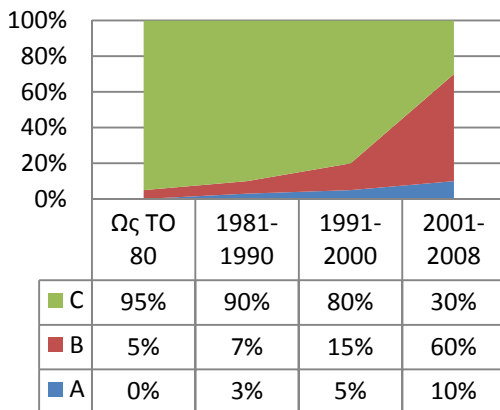
Κατοικίες



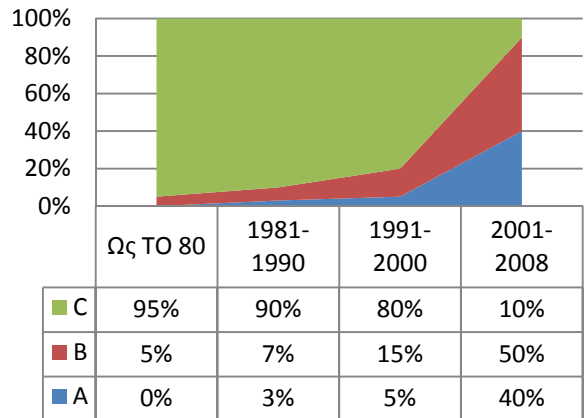
Νοσοκομεία/κλινικές



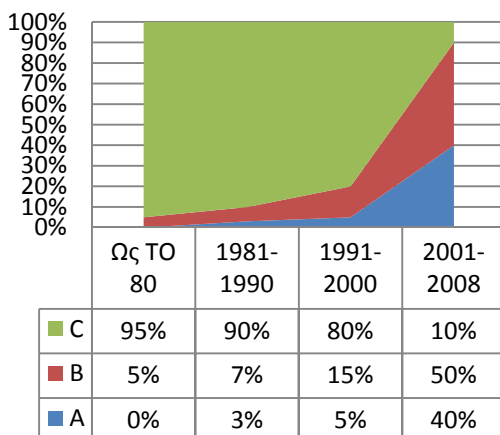
Σχολικά κτήρια



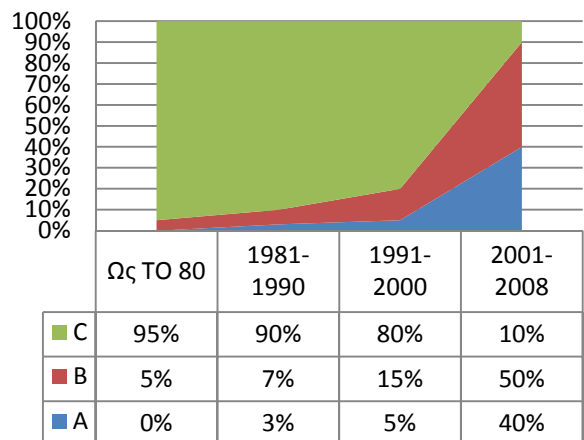
Καταστήματα/Γραφεία



Ξενοδοχεία

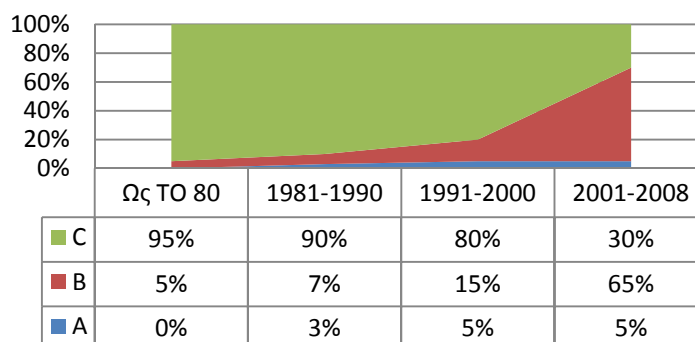


Εργοστάσια/Εργαστ.



Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Εκκλησίες/Μοναστήρια



Σχήμα 4.2: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού ανά ενεργειακή κλάση κυκλοφορητή που αντιστοιχεί σε κάθε είδος κτηρίου ανάλογα με το έτος κατασκευής του.

Αξίζει να σημειωθεί πως στις παραπάνω παραδοχές που έγιναν σύμφωνα με στοιχεία της Grundfos Hellas A.E. έχει ληφθεί υπόψη ότι κάποια κτήρια έχουν αλλάξει κυκλοφορητή. Για αυτό το λόγο παρατηρείται η περίπτωση ύπαρξης κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης A σε κτήρια που έχουν κατασκευαστεί τη δεκαετία 1980-1990, όταν ακόμα δεν κυκλοφορούσαν στην αγορά κυκλοφορητές A κατηγορίας. Επίσης όπου αναφέρεται η κλάση C, εννοείται C έως G.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το πλήθος των κτηρίων ανά χρήση, περίοδο κατασκευής και κυκλοφορητή βάσει της ενεργειακής σήμανσης (A, B, C-G) που έχουν εγκατεστημένο:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Αριθμός των κτηρίων ανά χρήση, παλαιότητα και κλάση εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Κατοικίες	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	432.010	0	21.601	410.410
1981-1990	135.607	12.960	30.241	388.809
1991-2000	80.420	4.021	12.063	64.336
2001-2008	62.096	6.210	37.258	18.629

Σχολεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	1.654	0	83	1.571
1981-1990	645	19	45	581
1991-2000	669	33	100	535
2001-2008	291	29	175	87

Ξενοδοχεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	914	0	46	868
1981-1990	241	7	17	217
1991-2000	132	7	20	106
2001-2008	126	50	63	13

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

νοσοκομεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	381	0	19	362
1981-1990	83	2	6	75
1991-2000	70	4	11	56
2001-2008	51	20	26	5

Εκκλησίες/μοναστήρια	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	344	0	17	327
1981-1990	463	14	32	417
1991-2000	318	16	48	254
2001-2008	291	15	189	87

Εργοστ/εργαστ.	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	6.865	0	343	6.522
1981-1990	1.955	59	137	1.760
1991-2000	1.075	54	161	860
2001-2008	953	381	477	95

Καταστήμ./γραφεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	21.323	0	1.066	20.257
1981-1990	5.998	180	420	5.398
1991-2000	5.088	254	763	4.070
2001-2008	3.148	1.259	1.574	315

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ενώ για όλα τα κτήρια θεωρήθηκε ότι έχουν δισωλήνιο σύστημα στο σύνολό τους και ανεξάρτητα από την περίοδο κατασκευής, για τις κατοικίες έγινε η παραδοχή ότι αυτές που κατασκευάστηκαν ως το 1980 έχουν στο σύνολό τους δισωλήνιο σύστημα, ενώ αυτές που κατασκευάστηκαν από το 1981 έως το 2008 έχουν κατά 95% μονοσωλήνιο και κατά 5% δισωλήνιο. Επομένως από τις παραπάνω παραδοχές ανά κατηγορία κατοικίας και εφαρμόζοντας τα ποσοστά αυτά προκύπτουν οι ακόλουθοι πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Αριθμός κτηρίων ανά είδος κατοικία βάσει του είδους θέρμανσης, της παλαιότητας και της σήμανσης του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Μονοκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
ως το 80	229.680	0	0	0	0	11.484	218.196
1981-1990	72.096	2.055	4.794	61.642	108	252	3.244
1991-2000	50.821	2.414	7.242	38.624	127	381	2.033
2001-2008	33.823	3.213	19.279	9.640	169	1.015	507

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Διπλοκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
ως το 80	84.101	0	0	0	0	4.205	79.896
1981-1990	26.399	752	1.756	22.571	40	92	1.188
1991-2000	18.609	884	2.652	14.143	47	140	744
2001-2008	12.385	1.177	7.059	3.530	62	372	186

Μικρές Πολυκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
ως το 80	73.748	0	0	0	0	3.687	70.061
1981-1990	23.149	660	1.085	13.952	35	81	1.042
1991-2000	16.318	775	1.548	8.254	41	122	653
2001-2008	10.860	1.032	6.190	3.095	54	326	163

Μεγάλες Πολυκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
ως το 80	44.481	0	0	0	0	2.224	42.257
1981-1990	13.962	398	928	11.938	21	49	628
1991-2000	9.842	468	1.403	7.480	25	74	394
2001-2008	6.550	622	3.734	1.867	33	197	98

4.3.2 Υπολογισμοί ενεργειακής κατανάλωσης

Στη συνέχεια υπολογίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος από το σύνολο των κτηρίων του Νομού Αττικής, κάνοντας την παραδοχή ότι σε κάθε κτήριο υπάρχει ένας κυκλοφορητής και ότι το σύνολο των κτηρίων έχουν τέτοιο είδος θέρμανσης στο οποίο είναι απαραίτητη η ύπαρξη κυκλοφορητή.

Κατοικίες

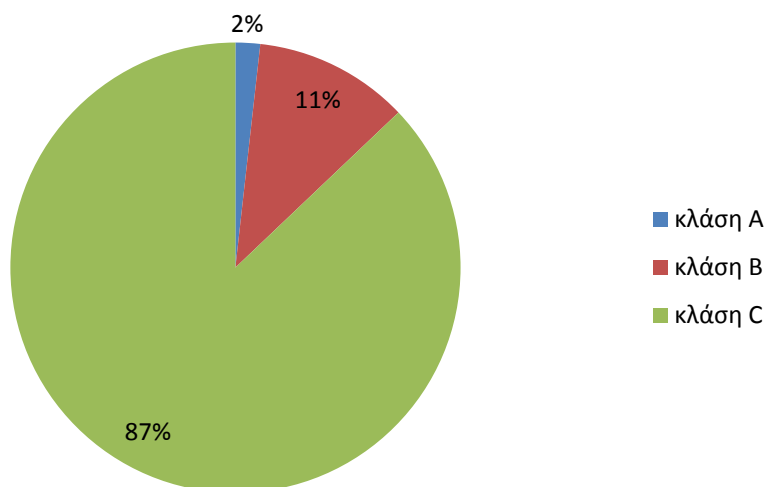
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος βάσει της παλαιότητας, του συστήματος θέρμανσης και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Μονοκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
Ως το 1980	229.680	0	0	0	0	843,39	18.852,14
80-90	72.096	169	490	7.101	4,67	18,53	280,31
90-00	50.821	198	740	4.449	5,49	27,99	175,64
00-09	33.823	264	1.971	1.110	7,31	74,52	43,83
	Συνολικά	631	3.202	12.661	17,47	889,91	19.351,92

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΕΣ



Σχήμα 4.3: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των μονοκατοικιών ως προς την σημασία του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Η κατανάλωση από τις μονοκατοικίες που έχουν μονοσωλήνιο σύστημα είναι 16,49GWh ενώ από αυτές που έχουν δισωλήνιο είναι 20,26GWh και συνολικά για τις μονοκατοικίες είναι 36,75GWh/έτος.

Αντίστοιχα γίνονται οι υπολογισμοί για τις διπλοκατοικίες.

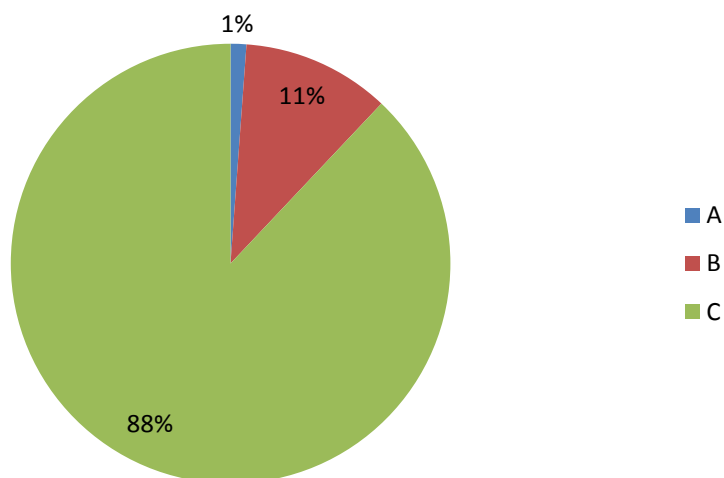
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε διπλοκατοικίες βάσει της παλαιότητας, του συστήματος θέρμανσης και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Διπλοκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
Ως το 1980	84.101	0	0	0	0	606	15.072
80-90	26.399	87,76	379,20	5.687,96	2,10	13	224
90-00	18.609	103,10	572,78	3.563,97	2,47	20	140
00-09	12.385	137,23	1.524,83	889,49	3,29	54	35
συνολικά		328,09	2.476,81	10.141,41	7,88	692	15.471

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

διπλοκατοικίες



Σχήμα 4.4: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των διπλοκατοικιών ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Η κατανάλωση από τις διπλοκατοικίες που έχουν μονοσωλήνιο σύστημα είναι 12,95GWh ενώ από αυτές που έχουν δισωλήνιο είναι 16,17GWh και συνολικά για τις διπλοκατοικίες είναι 29,11GWh/έτος.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι ίδιοι υπολογισμοί για τις μικρές και μεγάλες πολυκατοικίες. Εδώ υπάρχει μια διαφοροποίηση στον υπολογισμό. Μόνο στα δυο αυτά είδη κτηρίων χρησιμοποιήθηκε συντελεστής 0,8 για την κατανάλωση των κυκλοφορητών σήμανσης A και για μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης, διότι θεωρήθηκε ότι δεν θα λειτουργούν συνεχώς στο πλήρες φορτίο, μέσω δε του ηλεκτρονικού ελέγχου θα αυξομειώνεται η κατανάλωση και τελικά θα είναι το 80% της αναμενόμενης.

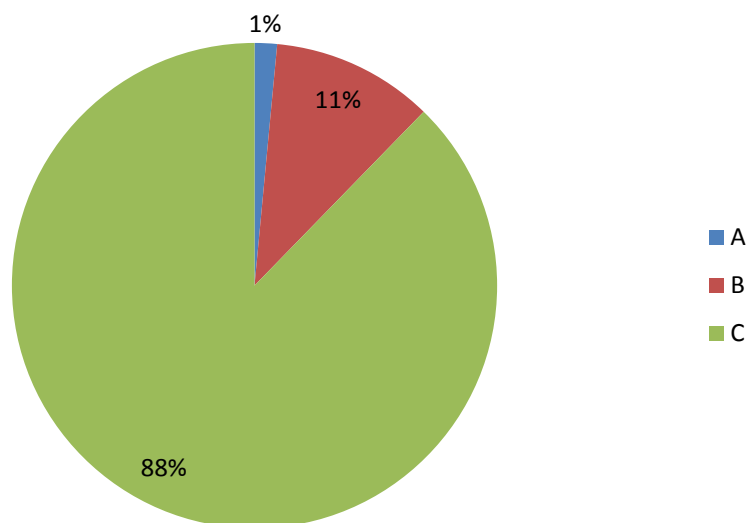
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε μικρές πολυκατοικίες βάσει της παλαιότητας, του συστήματος θέρμανσης και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Μικρές Πολυκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
Ως το 1980	73.748	0	0	0	0	776,57	16.495,15
80-90	23.149	103,18	246,11	3.616,37	4,09	17,06	245,26
90-00	16.318	121,22	351,00	2.139,41	4,80	25,77	153,68
00-09	10.860	161,35	1.403,99	802,28	6,39	68,62	38,35
	Συνολικά(MWh)	385,74	2.001,10	6.558,05	15,28	888,02	16.932,45

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

μικρές πολυκατοικίες



Σχήμα 4.5: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των μικρών πολυκατοικιών ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Η κατανάλωση από τις μικρές πολυκατοικίες που έχουν μονοσωλήνιο σύστημα είναι 8,94GWh ενώ από αυτές που έχουν δισωλήνιο είναι 17,84GWh και συνολικά για τις μικρές πολυκατοικίες είναι 26,78GWh/έτος.

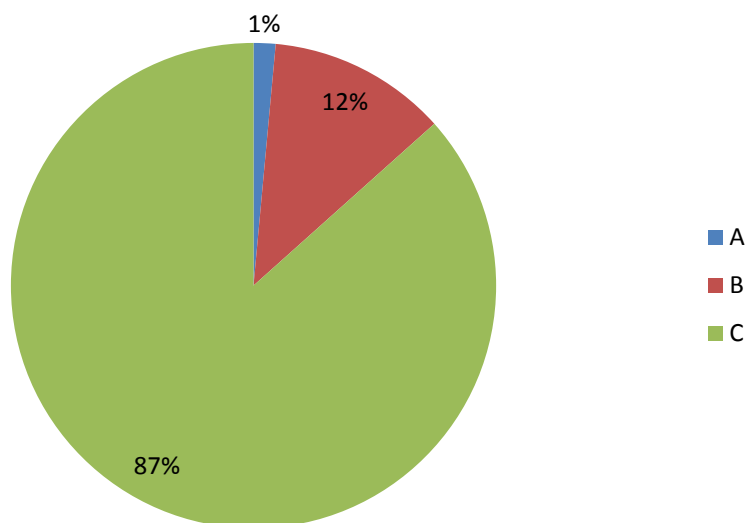
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε μεγάλες πολυκατοικίες βάσει της παλαιότητας, του συστήματος θέρμανσης και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Μεγάλες Πολυκατοικίες

ΕΤΟΣ	Αριθμός κτηρίων	Μονοσωλήνιο			Δισωλήνιο		
		A	B	C	A	B	C
Ως το 1980	44.481	0	0	0	0	840,68	18.026,63
80-90	13.962	111,05	521,44	7.413,38	4,21	18,47	268,04
90-00	9.842	130,47	787,65	4.645,09	4,94	27,90	167,95
00-09	6.550	173,66	2.096,83	1.159,31	6,58	74,28	41,92
	Συνολικά(MWh)	415,18	3.405,92	13.217,77	15,73	961,34	18.504,52

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

μεγάλες πολυκατοικίες



Σχήμα 4.6: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των μεγάλων πολυκατοικιών ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Η κατανάλωση από τις μεγάλες πολυκατοικίες που έχουν μονοσωλήνιο σύστημα είναι 17,04GWh ενώ από αυτές που έχουν δισωλήνιο είναι 19,48GWh και συνολικά για τις μεγάλες πολυκατοικίες είναι 36,52GWh/έτος.

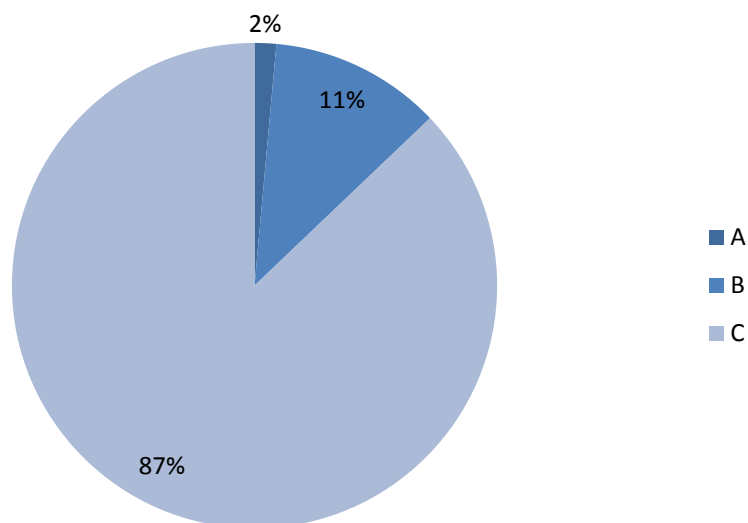
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε σχολικά κτήρια βάσει της παλαιότητας του κτηρίου και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Σχολικά κτήρια

Σχολεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	1.654	0	58,06	1.219,72
80-90	645	8,44	31,70	450,61
90-00	669	14,59	70,45	415,45
00-09	291	12,69	122,57	67,77
Συνολικά (MWh)		35,71	282,77	2.153,55

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

σχολικά κτήρια



Σχήμα 4.7: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των σχολικών κτηρίων ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Όπως φαίνεται και παραπάνω η συνολική κατανάλωση είναι 2,47GWh/έτος.

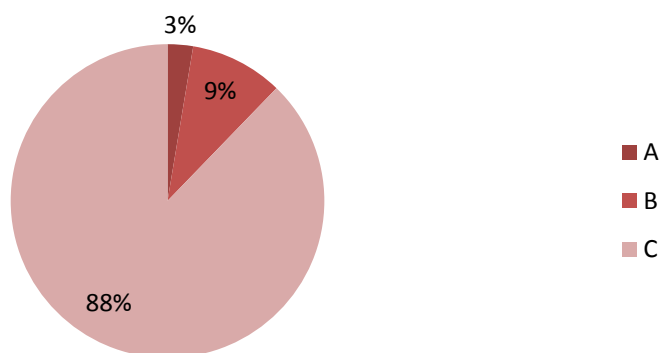
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε ξενοδοχεία βάσει της παλαιότητας του κτηρίου και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Ξενοδοχεία

ξενοδοχεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	914	0	51,33	1.078,43
80-90	241	5,04	18,95	269,39
90-00	132	4,60	22,24	131,16
00-09	126	35,16	70,76	15,65
	Συνολικά(MWh)	44,81	163,28	1.494,62

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

ξενοδοχεία



Σχήμα 4.8: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των ξενοδοχείων ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

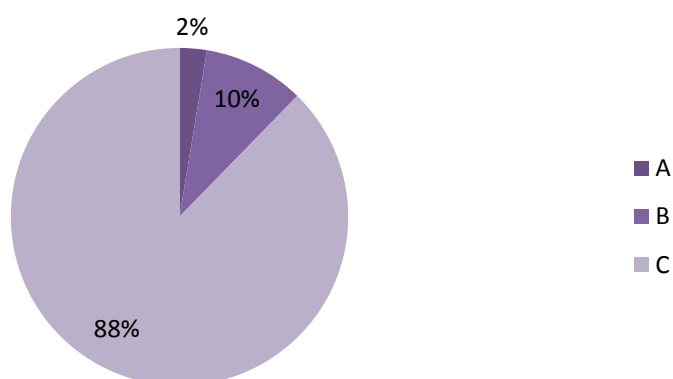
Όπως φαίνεται από τα παραπάνω η κατανάλωση των ξενοδοχείων είναι 1,7 GWh/έτος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε νοσοκομεία/κλινικές βάσει της παλαιότητας του κτηρίου και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Νοσοκομεία/Κλινικές

νοσοκομεία	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	381	0	49,93	1.048,93
80-90	83	4,05	15,23	216,48
90-00	70	5,70	27,52	162,29
00-09	51	33,21	66,83	14,78
συνολικά (MWh)		42,96	159,50	1.442,48

νοσοκομεία/κλινικές



Σχήμα 4.9: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των νοσοκομείων/κλινικών ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

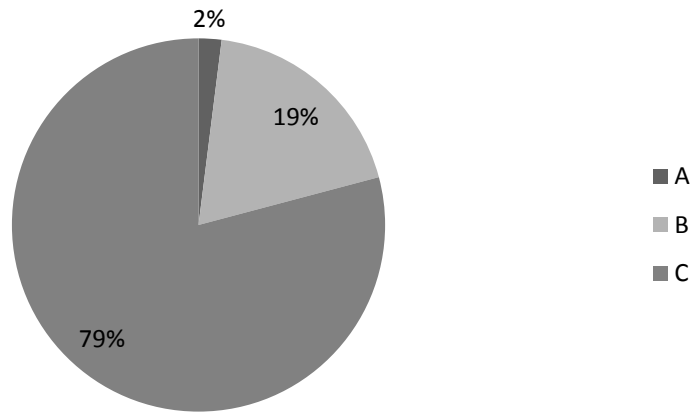
Η συνολική κατανάλωση από τα νοσοκομεία και τις κλινικές είναι 1,6GWh/έτος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε εκκλησίες/μοναστήρια βάσει της παλαιότητας του κτηρίου και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Εκκλησίες/Μοναστήρια

	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	344	0	12,88	270,59
80-90	463	7,06	24,27	345,03
90-00	318	8,08	35,72	210,64
00-09	291	7,40	141,64	72,28
	συνολικά (MWh)	22,54	214,50	898,55

εκκλησίες/μοναστήρια



Σχήμα 4.10: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των εκκλησιών/ μοναστηριών ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Η συνολική κατανάλωση ανά έτος είναι 1,14 GWh.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.13: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε εργοστάσια/εργαστήρια βάσει της παλαιότητας του κτηρίου και της κλάσης του κυκλοφορητή.

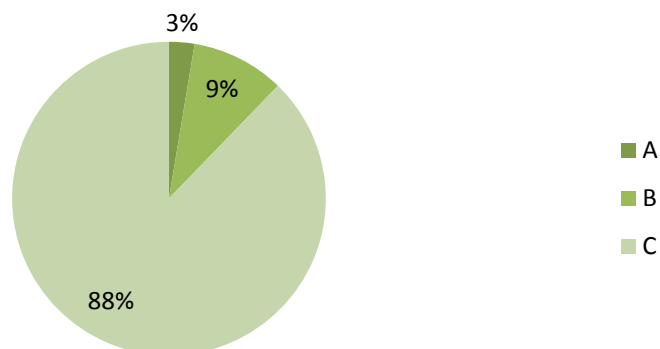
Εργοστάσια/Εργαστήρια

	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	6.865	0	268	5.625
80-90	1.955	28,42	107	1.518
90-00	1.075	26,04	126	742
00-09	953	184,69	372	82
	Συνολικά (MWh)	239,15	872	7.967

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας από τα κτήρια εργοστασίων/ εργαστηρίων του νομού Αττικής είναι 9,07 GWh/έτος.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

εργοστάσια/εργαστήρια



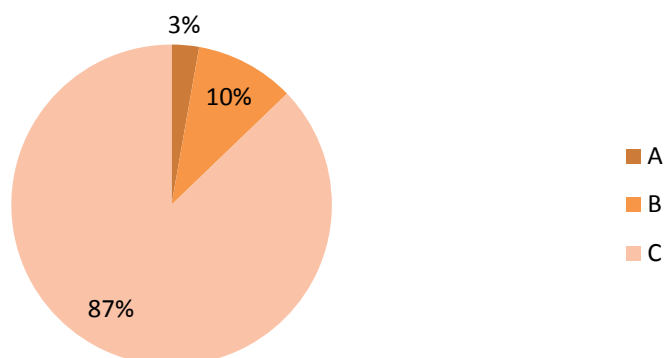
Σχήμα 4.11: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των εργοστασίων/εργαστηρίων ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.14: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh/έτος σε καταστήματα/γραφεία βάσει της παλαιότητας του κτηρίου και της κλάσης του κυκλοφορητή.

Καταστήματα-Γραφεία

	Αριθμός κτηρίων	A	B	C
ως το 80	21.323	0	1.164,24	24.460,15
80-90	5.998	122,05	458,49	6.518,33
90-00	5.088	172,56	833,41	4.915,01
00-09	3.148	854,12	1.718,81	380,12
Συνολικά(MWh)		1.148,73	4.174,95	36.273,60

καταστήματα/γραφεία



Σχήμα 4.12: Ποσοστιαία απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης των καταστημάτων/γραφείων ως προς την σήμανση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τα καταστήματα-γραφεία είναι 41,59GWh/έτος.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

4.4 Σενάρια

Στη συνέχεια θα εξεταστούν διάφορα σενάρια αντικατάστασης των εν λειτουργία κυκλοφορητών με νέους υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Συγκεκριμένα θα εξεταστούν τα εξής σενάρια:

- Αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης C-G με κυκλοφορητές κλάσης A τόσο σε κτήρια κατοικιών, όσο και στα υπόλοιπα είδη κτηρίων αλλά και συνολικά.
- Αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B με κυκλοφορητές κλάσης A τόσο σε κτήρια κατοικιών, όσο και στα υπόλοιπα είδη κτηρίων αλλά και συνολικά
- Αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B και C-G με κυκλοφορητές κλάσης A τόσο σε κτήρια κατοικιών, όσο και στα υπόλοιπα είδη κτηρίων αλλά και συνολικά

4.4.1 Κατανάλωση σήμερα στο Νομό Αττικής από τους κυκλοφορητές θέρμανσης

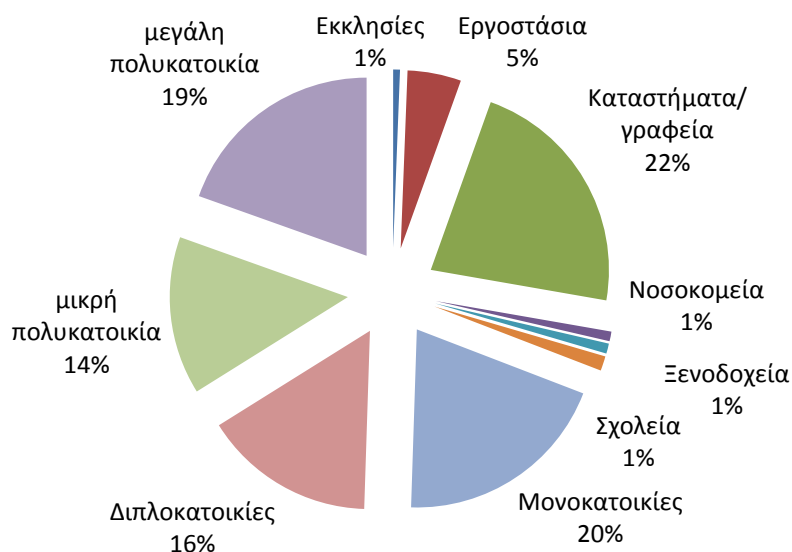
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων όπως αυτή υπολογίζεται σήμερα στο σύνολο του Νομού Αττικής και σύμφωνα με τις παραδοχές που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.15: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με την υπάρχουσα εγκατεστημένη βάση κυκλοφορητών.

Χρήση κτηρίου	Κατανάλωση ενέργειας σε GWh		
	Δι/νιο	Μον/νιο	Συνολικά
Εκκλησίες	1,14		1,14
Εργοστάσια	9,08		9,08
Καταστήματα	41,60		41,60
Νοσοκομεία	1,64		1,64
Ξενοδοχεία	1,70		1,70
Σχολεία	2,47		2,47
Μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75
Διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52

Συνολικά η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από τους κυκλοφορητές θέρμανσης είναι 186,8 GWh, δηλαδή 16,06ktoe. Στο ακόλουθο διάγραμμα φαίνεται το ποσοστό συνεισφοράς των κτηρίων σύμφωνα με την χρήση τους σε αυτή την κατανάλωση.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας



Σχήμα 4.13: Ποσοστιαία απεικόνιση της συνεισφοράς στην ετήσια κατανάλωση ενέργειας λόγω των κυκλοφορητών ανά είδος κτηρίου.

Όπως είναι φανερό το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας καταναλώνεται από τα κτήρια κατοικιών που αποτελούν το 69% της συνολικής κατανάλωσης, ενώ σημαντικό είναι και το ποσοστό συνεισφοράς των καταστημάτων/γραφείων που ανέρχεται σε 22%.

4.4.2 Κατανάλωση ενέργειας αν αντικατασταθούν μόνο στα κτήρια κατοικιών οι κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης C-G

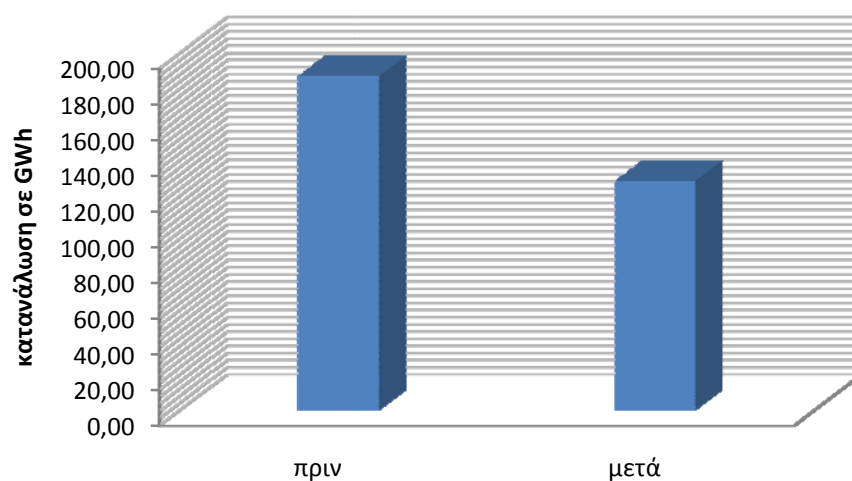
Εάν αντικατασταθούν μόνο οι κυκλοφορητές κλάσης C έως G στα κτήρια κατοικιών θα εξοικονομηθούν συνολικά 58,72 GWh, δηλαδή ισοδύναμα 52.848 τόνοι CO₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.16: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης C-G στα κτήρια κατοικιών.

Είδος κτηρίου	Πριν			Μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	1,14		1,14	0,00	0,00
εργοστάσια	9,08		9,08	9,08		9,08	0,00	0,00
καταστήματα	41,60		41,60	41,60		41,60	0,00	0,00
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,64		1,64	0,00	0,00
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,70		1,70	0,00	0,00
σχολεία	2,47		2,47	2,47		2,47	0,00	0,00
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	10,66	12,06	22,72	38,18	14,03
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	5,07	7,50	12,57	56,83	16,55
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	9,37	6,34	15,71	41,33	11,07
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	9,69	9,76	19,45	46,74	17,07

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα εφόσον γίνει η αντικατάσταση που περιγράφεται παραπάνω θα καταναλώνονται 128,08 GWh, δηλαδή 11,014ktoe. Άρα συνολικά θα πραγματοποιηθεί μια μείωση της τάξης του 31,43%.



Σχήμα 4.14: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών C-G στα κτήρια κατοικιών.

4.4.3 Κατανάλωση αν αντικατασταθούν οι κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης C-G στα επαγγελματικά κτήρια

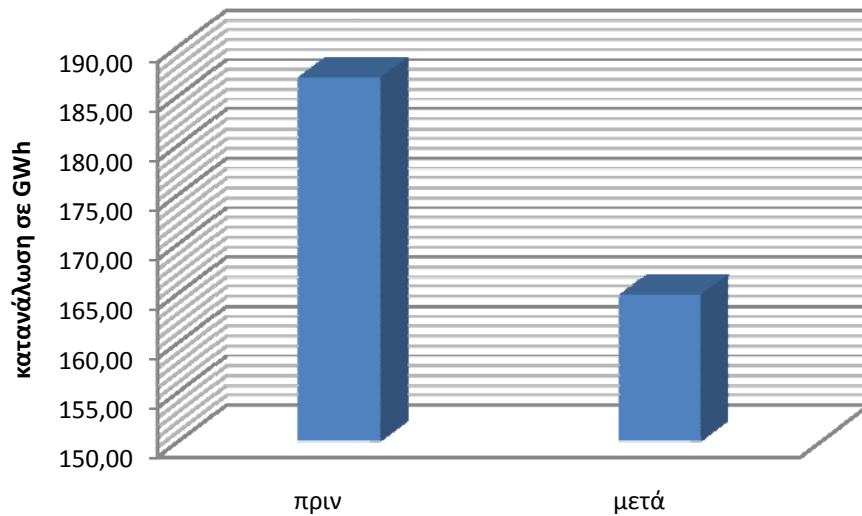
Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά οι καταναλώσεις που έχουμε σήμερα αλλά και αυτές που θα έχουμε εάν αντικατασταθούν οι κυκλοφορητές κλάσης C-G με νέους για όλα τα άλλα κτήρια πλην των κτηρίων που χρησιμοποιούνται για στέγαση νοικοκυριών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.17: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης C-G στα επαγγελματικά κτήρια.

Είδος κτηρίου	πριν			Μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισωλήνιο	Μονο/ήνιο	Συνολικά	Δισωλήνιο	Μονο/ήνιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	0,74		0,74	34,85	0,40
εργοστάσια	9,08		9,08	5,59		5,59	38,46	3,49
καταστήματα	41,60		41,60	25,70		25,70	38,22	15,90
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,01		1,01	38,43	0,63
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,05		1,05	38,47	0,66
σχολεία	2,47		2,47	1,53		1,53	38,18	0,94
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	20,26	16,49	36,75	0,00	0,00
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	16,17	12,95	29,12	0,00	0,00
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	17,84	8,94	26,78	0,00	0,00
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	19,48	17,04	36,52	0,00	0,00

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Συνολικά θα εξοικονομηθούν 22,02 GWh ή ισοδύναμα 19.818 τόνοι CO₂ και θα επιτευχθεί μια μείωση στην κατανάλωση της τάξης του 11,79% καθώς μετά την αντικατάσταση θα καταναλώνονται συνολικά 164,79 GWh/ έτος, δηλαδή 14,17 ktce .



Σχήμα 4.15: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών C-G στα επαγγελματικά κτήρια.

4.4.4 Κατανάλωση αν αντικατασταθούν οι κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης C-G σε όλα τα κτήρια του Νομού Αττικής

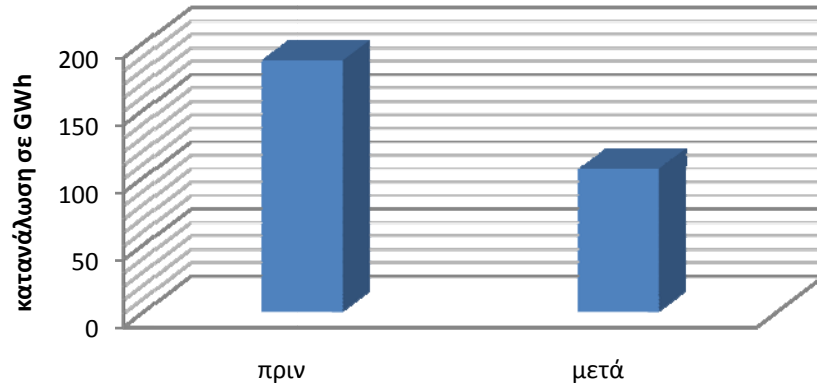
Εφόσον εξετάστηκαν ξεχωριστά τα σενάρια αντικατάστασης των κυκλοφορητών κλάσης C-G σε κτήρια κατοικιών όσο και στα υπόλοιπα κτήρια, εξετάζεται η πιθανή εξοικονόμηση από τη συνολική αντικατάσταση των κυκλοφορητών C-G σε όλα τα κτήρια ανεξάρτητα της κύριας χρήσης τους και η τοποθέτηση κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής απόδοσης (ενεργειακή κλάση A).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.18: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης C-G σε όλα κτήρια .

Είδος κτηρίου	πριν			Μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δια/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δια/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	0,74		0,74	34,85	0,40
εργοστάσια	9,08		9,08	5,59		5,59	38,46	3,49
καταστήματα	41,60		41,60	25,70		25,70	38,22	15,90
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,01		1,01	38,43	0,63
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,05		1,05	38,47	0,66
σχολεία	2,47		2,47	1,53		1,53	38,18	0,94
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	10,66	12,06	22,72	38,18	14,03
διπλακατοικίες	16,17	12,95	29,12	5,07	7,50	12,57	56,83	16,55
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	9,37	6,34	15,71	41,33	11,07
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	9,69	9,76	19,45	46,74	17,07

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Στην περίπτωση αυτή όπως είναι αναμενόμενο το ποσοστό μείωσης είναι πολύ μεγαλύτερο της τάξης του 43,22% το οποίο μεταφράζεται σε μείωση 80,73 GWh ή ισοδύναμα 72.657 τόνοι CO₂. Συνολικά μετά την αντικατάσταση θα καταναλώνονται 106,07 GWh, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο γράφημα.



Σχήμα 4.16: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών C-G σε όλα τα κτήρια.

4.4.5 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B σε επαγγελματικά κτήρια

Στα επόμενα τρία υποκεφάλαια θα εξεταστεί η περίπτωση αντικατάστασης των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B. Στα σενάρια αυτά δεν περιμένει κανείς σημαντική μείωση της κατανάλωσης καθώς οι κυκλοφορητές που ανήκουν στην ενεργειακή κλάση B έχουν ήδη σχετικά μικρή κατανάλωση και η κατανάλωσή τους δε διαφέρει σημαντικά από αυτή των A.

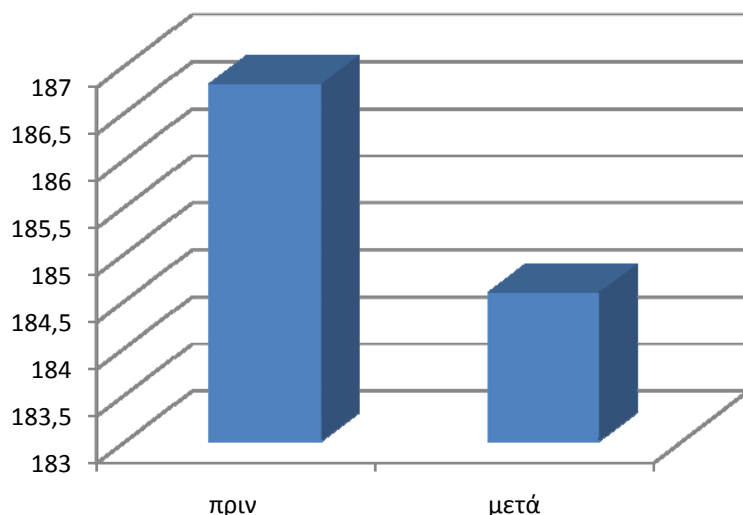
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.19: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B στα κτήρια κατοικιών.

Είδος κτηρίου	Πριν			μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	1,05		1,05	7,32	0,08
εργοστάσια	9,08		9,08	8,75		8,75	3,64	0,33
καταστήματα	41,60		41,60	40,02		40,02	3,80	1,58
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,58		1,58	3,67	0,06
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,65		1,65	3,25	0,06
σχολεία	2,47		2,47	2,36		2,36	4,33	0,11
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	20,26	16,49	36,75	0,00	0,00
διπλακατοικίες	16,17	12,95	29,12	16,17	12,95	29,12	0,00	0,00
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	17,84	8,94	26,78	0,00	0,00
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	19,48	17,04	36,52	0,00	0,00

Όπως φαίνεται και στο ακόλουθο γράφημα η μείωση που επιτυγχάνεται είναι 1,19% δηλαδή μόνο 2,22 GWh δηλαδή 1.998 τόνοι CO₂. Ενώ σήμερα καταναλώνονται 186,8 GWh, εάν

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

αντικατασταθούν όλοι οι Β στα κτήρια που δεν χρησιμοποιούνται για στέγαση νοικοκυριών η κατανάλωση θα είναι 184,58 GWh.



Σχήμα 4.17: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών Β στα επαγγελματικά κτήρια.

4.4.6 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης Β σε κτήρια κατοικιών

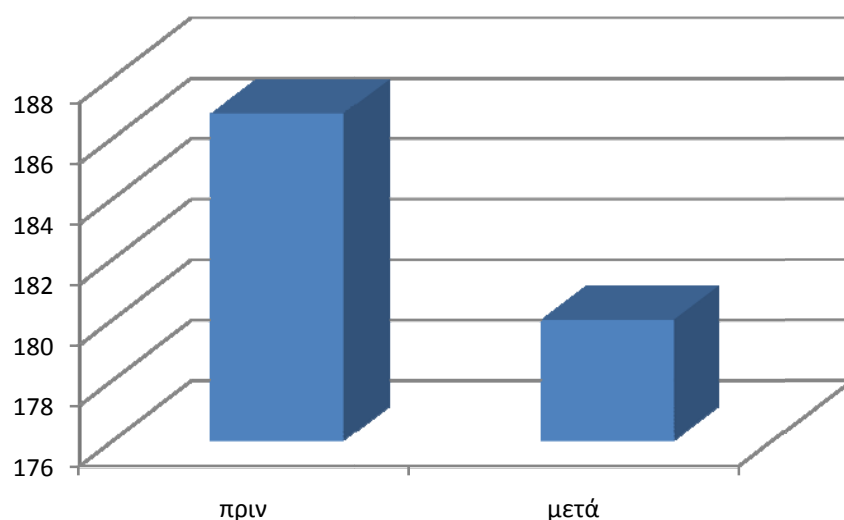
Όπως και στο προηγούμενο σενάριο η μείωση από την αντικατάσταση θα είναι σχετικά μικρή. Βέβαια αναμένεται να είναι λίγο μεγαλύτερη από ότι στο προηγούμενο σενάριο λόγω του ότι τα κτήρια που χρησιμοποιούνται για στέγαση νοικοκυριών είναι περισσότερα από τα υπόλοιπα κτήρια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.20: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης Β στα επαγγελματικά κτήρια.

Είδος κτηρίου	πριν			μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	1,14		1,14	0,00	0,00
εργοστάσια	9,08		9,08	9,08		9,08	0,00	0,00
καταστήματα	41,60		41,60	41,60		41,60	0,00	0,00
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,64		1,64	0,00	0,00
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,70		1,70	0,00	0,00
σχολεία	2,47		2,47	2,47		2,47	0,00	0,00
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	19,94	14,75	34,69	5,62	2,06
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	15,74	11,81	27,54	5,41	1,58
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	17,44	8,32	25,77	3,78	1,01
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	19,03	15,33	34,36	5,93	2,16

Πράγματι, παρατηρείται μείωση 6,82 GWh ή ισοδύναμα 6.138 τόνους CO₂, δηλαδή 3,65% μείωση. Συνολικά θα καταναλώνονται 179,98 GWh/έτος ενώ στην περίπτωση αντικατάστασης όλων των άλλων κτηρίων η κατανάλωση θα είναι 184,58 GWh.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας



Σχήμα 4.18: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών Β στα κτήρια κατοικιών .

4.4.7 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης Β σε όλα τα κτήρια

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί η περίπτωση αντικατάστασης των κυκλοφορητών κλάσης Β με κυκλοφορητές υψηλής ενεργειακής απόδοσης (ενεργειακή κλάση Α) σε όλα τα κτήρια.

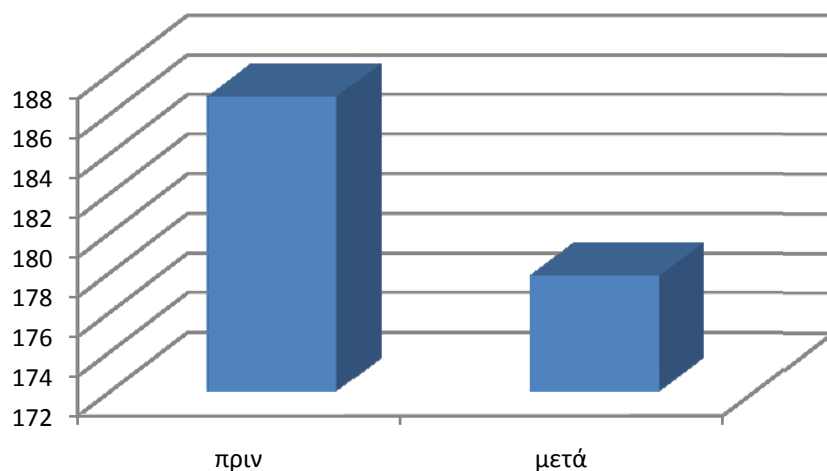
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.21: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης Β σε όλα τα κτήρια.

Είδος κτηρίου	Πριν			μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	1,05		1,05	7,32	0,08
εργοστάσια	9,08		9,08	8,75		8,75	3,64	0,33
καταστήματα	41,60		41,60	40,02		40,02	3,80	1,58
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,58		1,58	3,67	0,06
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,65		1,65	3,25	0,06
σχολεία	2,47		2,47	2,36		2,36	4,33	0,11
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	19,94	14,75	34,69	5,62	2,06
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	15,74	11,81	27,54	5,41	1,58
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	17,44	8,32	25,77	3,78	1,01
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	19,03	15,33	34,36	5,93	2,16

Αναμένεται η εξοικονόμηση να μην είναι τόσο μεγάλη όσο αυτή που υπολογίστηκε στην περίπτωση αντικατάστασης των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης C-G, παρόλα αυτά είναι και αυτή σημαντική. Συγκεκριμένα θα εξοικονομηθούν 9,03 GWh δηλαδή θα

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

καταναλώνονται 177,77GWh, δηλαδή 15,28 κτοε. Το ποσοστό της μείωσης υπολογίζεται στα 4,84%.



Σχήμα 4.19: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών B σε όλα τα κτήρια.

4.4.8 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B-G σε επαγγελματικά κτήρια

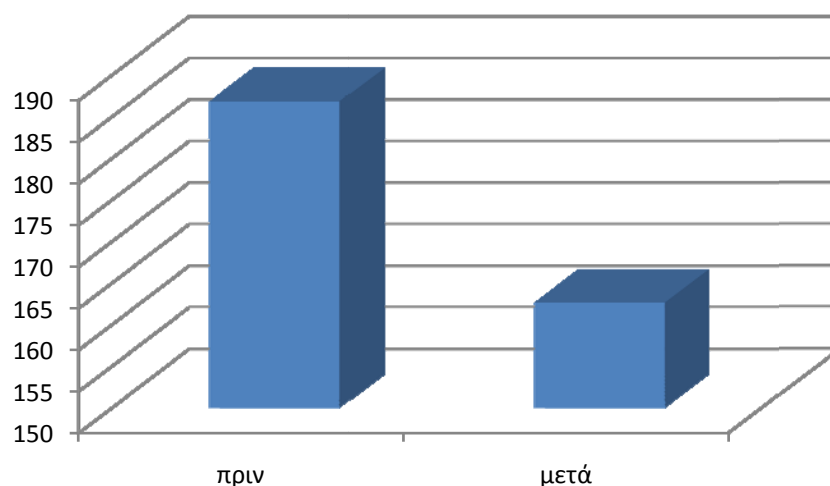
Τα επόμενα τρία υποκεφάλαια εξετάζουν την αντικατάσταση όλων των κυκλοφορητών που δεν ανήκουν στην ενεργειακή κλάση A. Στο παρόν εδάφιο θα εξεταστεί η αντικατάσταση αυτή μόνο στα κτήρια που δεν χρησιμοποιούνται για στέγαση νοικοκυριών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.22: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B-G στα κτήρια κατοικιών.

Είδος κτηρίου	πριν			Μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	0,66		0,66	42,00	0,48
εργοστάσια	9,08		9,08	5,26		5,26	42,10	3,82
καταστήματα	41,60		41,60	24,12		24,12	42,02	17,48
νοσοκομεία	1,64		1,64	0,95		0,95	42,11	0,69
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,01		1,01	40,45	0,69
σχολεία	2,47		2,47	1,42		1,42	42,51	1,05
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	20,26	16,49	36,75	0,00	0,00
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	16,17	12,95	29,12	0,00	0,00
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	17,84	8,94	26,78	0,00	0,00
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	19,48	17,04	36,52	0,00	0,00

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης του 12,96% δηλαδή 24,21 GWh/έτος ή ισοδύναμα 21.789 τόνοι CO₂. Δηλαδή ενώ η αρχική ετήσια κατανάλωση είναι της 186,8GWh μετά την αντικατάσταση θα είναι 162,59 GWh, δηλαδή 13,98 ktoe.



Σχήμα 4.20: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών B-G στα επαγγελματικά κτήρια.

4.4.9 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B-G σε κτήρια κατοικιών

Στο παρόν υποκεφάλαιο εξετάζεται η αντικατάσταση όλων των κυκλοφορητών που δεν ανήκουν στην ενεργειακή κλάση A μόνο στα κτήρια χρησιμοποιούνται για στέγαση νοικοκυριών.

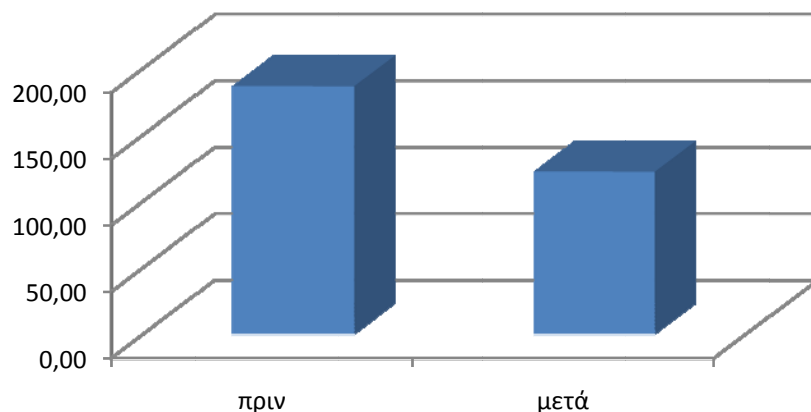
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.23: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B-G στα επαγγελματικά κτήρια.

Είδος κτηρίου	πριν			Μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δισ/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	1,14		1,14	0,00	0,00
εργοστάσια	9,08		9,08	9,08		9,08	0,00	0,00
καταστήματα	41,60		41,60	41,60		41,60	0,00	0,00
νοσοκομεία	1,64		1,64	1,64		1,64	0,00	0,00
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,70		1,70	0,00	0,00
σχολεία	2,47		2,47	2,47		2,47	0,00	0,00
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	10,26	11,43	21,69	40,98	15,06
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	4,63	6,36	10,99	62,25	18,12
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	8,98	5,72	14,70	45,11	12,08
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	9,24	8,05	17,29	52,66	19,23

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι μεγαλύτερη από αυτήν που επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση όλων των κυκλοφορητών κλάσης B-G σε όλα τα άλλα είδη κτηρίων.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

Συγκεκριμένα είναι της τάξης του 34,53%% δηλαδή 64,5 GWh/έτος ή ισοδύναμα 58.050 τόνοι CO₂. Δηλαδή ενώ η αρχική ετήσια κατανάλωση είναι της 186,8GWh μετά την αντικατάσταση θα είναι 122,3 GWh.



Σχήμα 4.21: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών B-G στα κτήρια κατοικιών.

4.4.10 Αντικατάσταση σε όλα τα κτήρια των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης B-G

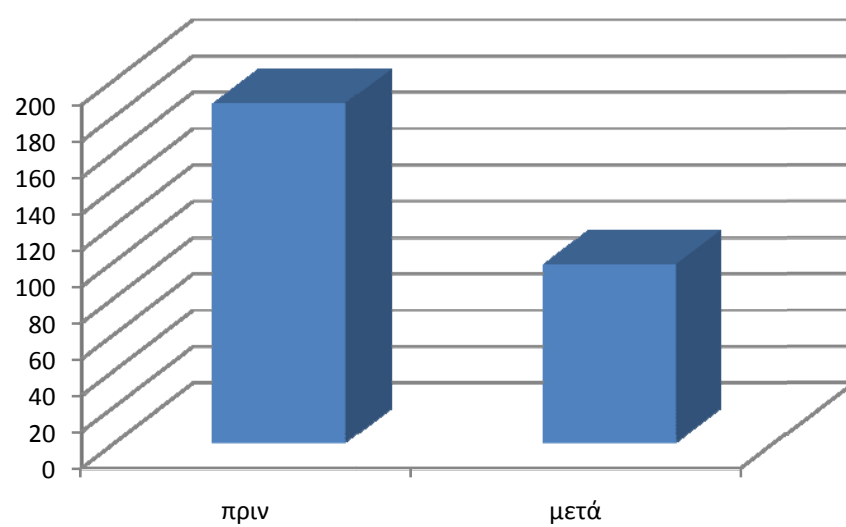
Το σενάριο αυτό το οποίο θα είναι και το τελευταίο που θα εξεταστεί είναι αυτό που οδηγεί προφανώς στην μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Συγκεκριμένα εξοικονομούνται 88,71 GWh ετησίως ή ισοδύναμα 79.839 τόνοι CO₂, δηλαδή επιτυγχάνεται ένα ποσοστό μείωσης της τάξης του 47,49%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.24: Η κατανάλωση σε GWh/ έτος του συνόλου των κτηρίων του νομού Αττικής με αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B-G σε όλα τα κτήρια.

Είδος κτηρίου	Πριν			μετά			ΠΟΣΟΣΤΟ	ΜΕΙΩΣΗ
	Δια/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά	Δια/νιο	Μονο/νιο	Συνολικά		
εκκλησίες	1,14		1,14	0,66		0,66	42,00	0,48
εργοστάσια	9,08		9,08	5,26		5,26	42,10	3,82
καταστήματα	41,60		41,60	24,12		24,12	42,02	17,48
νοσοκομεία	1,64		1,64	0,95		0,95	42,11	0,69
ξενοδοχεία	1,70		1,70	1,01		1,01	40,45	0,69
σχολεία	2,47		2,47	1,42		1,42	42,51	1,05
μονοκατοικίες	20,26	16,49	36,75	10,26	11,43	21,69	40,98	15,06
διπλοκατοικίες	16,17	12,95	29,12	4,63	6,36	10,99	62,25	18,12
μικρή πολυκατοικία	17,84	8,94	26,78	8,98	5,72	14,70	45,11	12,08
μεγάλη πολυκατοικία	19,48	17,04	36,52	9,24	8,05	17,29	52,66	19,23

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα ενώ αρχικά καταναλώνονται ετησίως 186,8 GWh μετά την αντικατάσταση θα καταναλώνονται μόλις 98,09 GWh ετησίως για όλο το Νομό Αττικής, δηλαδή μόλις 8,43 ktoe.

Κεφάλαιο 4: Εξοικονόμηση ενέργειας



Σχήμα 4.22: Γραφική απεικόνιση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε GWh πριν και μετά την αντικατάσταση των κυκλοφορητών B-G σε όλα τα κτήρια.

5 Οικονομική ανάλυση

5.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει η ανάλυση κόστους/οφέλους από πιθανή αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων με νέους κυκλοφορητές ενεργειακής κλάσης A [1].

Τα βήματα αξιολόγησης μιας επένδυσης είναι τα ακόλουθα:

- ❖ Προσδιορισμός των εναλλακτικών προτάσεων
- ❖ Προσδιορισμός της περιόδου μελέτης
- ❖ Προσδιορισμός των χρηματοροών ανά περίπτωση
- ❖ Προσδιορισμός του επιτοκίου αναγωγής
- ❖ Σύγκριση των επενδύσεων
- ❖ Ανάλυση ευαισθησίας
- ❖ Ανάλυση κινδύνου
- ❖ Επιλογή της πιο συμφέρουσας πρότασης

Για την περίπτωση των κυκλοφορητών είναι γνωστό ότι η διάρκεια ζωής τους άρα και η περίοδος μελέτης είναι τα 12 χρόνια. Το επιτόκιο αναγωγής λαμβάνεται ίσο με 5%. Ως κριτήριο για το αν μια επένδυση είναι βιώσιμη ή όχι θα χρησιμοποιηθεί η καθαρή παρούσα αξία (NVP)

$$NVP = PV_{\text{κέρδη}} - PV_{\text{κόστη}} \quad (14)$$

Όπου PV: παρούσα αξία

Εναλλακτικά χρησιμοποιείται η εξής σχέση:

$$NVP = -C + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+i)^t} + \frac{SV_N}{(1+i)^N} \quad (15)$$

Όπου:

C η αρχική επένδυση

F_t η ετήσια KTP (καθαρή ταμειακή ροή)

N η διάρκεια οικονομικής ζωής της επένδυσης

i το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

SV_N η απομένουσα αξία της επένδυσης

Στα σενάρια που εξετάζονται στο παρόν εγχειρίδιο, λαμβάνεται μηδενική υπολειπόμενη αξία και η σχέση τροποποιείται ως εξής:

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

$$NVP = -C + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (16)$$

Η καθαρή χρηματοροή υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$F_t = E - K \quad (17)$$

Όπου:

K: τα ετήσια έξοδα

E: τα ετήσια έσοδα

Στην παρακάτω ανάλυση, τα ετήσια έξοδα θεωρούνται μηδενικά διότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των εξόδων συντήρησης και λειτουργίας ενός κυκλοφορητή A και ενός άλλου διαφορετικής ενεργειακής κλάσης. Ως ετήσια έσοδα λαμβάνονται τα ποσά που εξοικονομούνται λόγω μειωμένης κατανάλωσης του κυκλοφορητή κλάσης A.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο υπολογισμός των εσόδων είναι ο εξής:

- Υπολογίζεται η κατανάλωση του εγκατεστημένου κυκλοφορητή με βάση το είδος του κτηρίου σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\begin{aligned} \text{Κατανάλωση σε Wh} &= (\text{ώρες λειτουργίας/ημέρα}) * \\ &* (\text{ημέρες λειτουργίας/μήνα}) * (\text{μήνες λειτουργίας}) / \text{έτος} \end{aligned} \quad (18)$$

- Υπολογίζεται η κατανάλωση ενός αντίστοιχου κυκλοφορητή κλάσης A από την παραπάνω εξίσωση.
- Υπολογίζεται η διαφορά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των δυο κυκλοφορητών
- Υπολογίζεται το ποσό που εξοικονομείται από τον ακόλουθο τύπο:

$$(\text{Εσοδα σε ευρώ}) = (\text{Κατανάλωση σε kWh/έτος}) * (\text{Τιμή σε ευρώ/kWh}) \quad (19)$$

Η τιμή της kWh λαμβάνεται ίση με 0,1 ευρώ.

Για να είναι μια επένδυση βιώσιμη πρέπει η $NVP > 0$.

Ένα άλλο κριτήριο για την αξιολόγηση της επένδυσης είναι ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ο οποίος δείχνει το επιτόκιο αναγωγής για το οποίο $NVP = 0$.

5.2 Αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων κυκλοφορητών ως επένδυση

Αρχικά θα εξεταστεί η περίπτωση αντικατάστασης των κυκλοφορητών μόνο για λόγους ενεργειακής εξοικονόμησης, δηλαδή χωρίς να υπάρχει άλλος λόγος αντικατάστασης πχ βλάβη του εγκατεστημένου κυκλοφορητή.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι τιμές αγοράς και αντικατάστασης των κυκλοφορητών

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Τιμές αγοράς και αντικατάστασης σε ευρώ για μονοσωλήνιο σύστημα
Χρήση κτηρίου Κόστος Κόστος Α
αντικατάστασης

Μονοκατοικία	100	496
Διπλοκατοικία	100	557
Μικρή Πολυκατοικία	100	676
Μεγάλη Πολυκατοικία	150	1.475

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Τιμές αγοράς και αντικατάστασης για δισωλήνιο σύστημα
Χρήση κτηρίου Κόστος Κόστος Α
αντικατάστασης

Μονοκατοικία	100	178
Διπλοκατοικία	100	496
Μικρή Πολυκατοικία	100	676
Μεγάλη Πολυκατοικία	150	1.475
Λοιπά κτήρια	150	1.475

Οι τιμές που εμφανίζονται στους παραπάνω πίνακες θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική ανάλυση στο υπόλοιπο υποκεφάλαιο.

5.2.1 Κατοικίες

Μονοκατοικίες

Το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A για μια εγκατάσταση θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα είναι 596 ευρώ ενώ το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 3,312 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε μονοκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχ. Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-596	0	0	-596,00	1,00	-596,00
2010	1	0	0	3	3,31	0,95	3,15
2011	2	0	0	3	3,31	0,91	3,00
2012	3	0	0	3	3,31	0,86	2,86
2013	4	0	0	3	3,31	0,82	2,72
2014	5	0	0	3	3,31	0,78	2,60
2015	6	0	0	3	3,31	0,75	2,47
2016	7	0	0	3	3,31	0,71	2,35
2017	8	0	0	3	3,31	0,68	2,24
2018	9	0	0	3	3,31	0,64	2,13
2019	10	0	0	3	3,31	0,61	2,03
2020	11	0	0	3	3,31	0,58	1,94
2021	12	0	0	3	3,31	0,56	1,84

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -566,64 ευρώ. Σε καμία περίπτωση η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Συνεπώς δεν αξίζει να αντικατασταθεί ο κυκλοφορητής μόνο για λόγους οικονομικής ωφέλειας από την εξοικονόμηση ενέργειας. Αν ο κυκλοφορητής που είναι εγκατεστημένος είναι ενεργειακής κλάσης B το όφελος από την εξοικονόμηση είναι 2,016 ευρώ, δηλαδή ακόμα μικρότερο. Αυτή η περίπτωση δεν κρίνεται σκόπιμο να εξετασθεί.

Αντίστοιχα με προηγουμένως το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A για μια εγκατάσταση θέρμανσης με δισωλήνιο σύστημα είναι 278 ευρώ ενώ το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 4,32 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε μονοκατοικία με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχ. Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-78	0	0	-78,00	1,00	-78,00
2010	1	0	0	2	2,02	0,95	1,92
2011	2	0	0	2	2,02	0,91	1,83
2012	3	0	0	2	2,02	0,86	1,74
2013	4	0	0	2	2,02	0,82	1,66
2014	5	0	0	2	2,02	0,78	1,58
2015	6	0	0	2	2,02	0,75	1,50
2016	7	0	0	2	2,02	0,71	1,43
2017	8	0	0	2	2,02	0,68	1,36
2018	9	0	0	2	2,02	0,64	1,30
2019	10	0	0	2	2,02	0,61	1,24
2020	11	0	0	2	2,02	0,58	1,18
2021	12	0	0	2	2,02	0,56	1,12

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -239,71 ευρώ. Παρομοίως η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Συνεπώς δεν αξίζει να αντικατασταθεί ο κυκλοφορητής μόνο για λόγους οικονομικής ωφέλειας από την εξοικονόμηση ενέργειας. Αν ο κυκλοφορητής που είναι εγκατεστημένος είναι ενεργειακής κλάσης B το όφελος από την εξοικονόμηση είναι ακόμα μικρότερο επομένως η Καθαρή Παρούσα Αξία θα είναι ακόμα μικρότερη και η επένδυση και πάλι δεν θα είναι συμφέρουσα.

Διπλοκατοικίες

Όπως και για τις μονοκατοικίες το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A για μια εγκατάσταση θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα που αντιστοιχεί σε μια διπλοκατοικία είναι 657 ευρώ ενώ το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 13,54 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε διπλοκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-657,00	0	0	-657,00	1,00	-657,00
2010	1	0	0	14	13,54	0,95	12,89
2011	2	0	0	14	13,54	0,91	12,28
2012	3	0	0	14	13,54	0,86	11,69
2013	4	0	0	14	13,54	0,82	11,14
2014	5	0	0	14	13,54	0,78	10,61
2015	6	0	0	14	13,54	0,75	10,10
2016	7	0	0	14	13,54	0,71	9,62
2017	8	0	0	14	13,54	0,68	9,16
2018	9	0	0	14	13,54	0,64	8,73
2019	10	0	0	14	13,54	0,61	8,31
2020	11	0	0	14	13,54	0,58	7,91
2021	12	0	0	14	13,54	0,56	7,54

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -537,03 ευρώ. Η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Συνεπώς δεν αξίζει να γίνει ανάλυση και για την περίπτωση που στην εγκατάσταση είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης B, καθώς το όφελος είναι μικρότερο από 13,54 ευρώ.

Αντίστοιχα με προηγουμένως το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A για μια εγκατάσταση θέρμανσης με δισωλήνιο σύστημα σε διπλοκατοικία είναι 596 ευρώ ενώ το ετήσιο όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 13,54 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G, όπως και το όφελος στο μονοσωλήνιο σύστημα για διπλοκατοικίες.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε διπλοκατοικία με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-596,00	0	0	-596,00	1,00	-596,00
2010	1	0	0	14	13,54	0,95	12,89
2011	2	0	0	14	13,54	0,91	12,28
2012	3	0	0	14	13,54	0,86	11,69
2013	4	0	0	14	13,54	0,82	11,14
2014	5	0	0	14	13,54	0,78	10,61
2015	6	0	0	14	13,54	0,75	10,10
2016	7	0	0	14	13,54	0,71	9,62
2017	8	0	0	14	13,54	0,68	9,16
2018	9	0	0	14	13,54	0,64	8,73
2019	10	0	0	14	13,54	0,61	8,31
2020	11	0	0	14	13,54	0,58	7,91
2021	12	0	0	14	13,54	0,56	7,54

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -476,03 ευρώ. Παρομοίως η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Συνεπώς δεν αξίζει να εξεταστεί και η περίπτωση που ο εγκατεστημένος κυκλοφορητής στο κτήριο είναι ενεργειακής κλάσης B.

Μικρή Πολυκατοικία

Στη συνέχεια θα εξεταστεί η αντικατάσταση με κίνητρο μόνο το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση κυκλοφορητών με σήμανση A σε μικρές πολυκατοικίες. Το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A για μια εγκατάσταση θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα είναι 776 ευρώ ενώ το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 10,28 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε μικρή πολυκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-776,00	0	0	-776,00	1,00	-776,00
2010	1	0	0	10	10,28	0,95	9,79
2011	2	0	0	10	10,28	0,91	9,33
2012	3	0	0	10	10,28	0,86	8,88
2013	4	0	0	10	10,28	0,82	8,46
2014	5	0	0	10	10,28	0,78	8,06
2015	6	0	0	10	10,28	0,75	7,67
2016	7	0	0	10	10,28	0,71	7,31
2017	8	0	0	10	10,28	0,68	6,96
2018	9	0	0	10	10,28	0,64	6,63
2019	10	0	0	10	10,28	0,61	6,31
2020	11	0	0	10	10,28	0,58	6,01
2021	12	0	0	10	10,28	0,56	5,73

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -684,87 ευρώ. Παρόμοια με τα άλλα είδη κατοικιών που ήδη εξετάστηκαν η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Ακόμα λιγότερο συμφέρουσα θα ήταν η περίπτωση αντικατάστασης ενός κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης Β.

Εάν στη μικρή πολυκατοικία το σύστημα θέρμανσης είναι δισωλήνιο τότε το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης Α είναι πάλι 776 ευρώ, διότι τυχαίνει ο ίδιος τύπος κυκλοφορητή να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες τόσο ενός μονοσωλήνιου όσο και ενός δισωλήνιου συστήματος. Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 11,77 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε μικρή πολυκατοικία με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-776,00	0	0	-776,00	1,00	-776,00
2010	1	0	0	12	11,77	0,95	11,21
2011	2	0	0	12	11,77	0,91	10,68
2012	3	0	0	12	11,77	0,86	10,17
2013	4	0	0	12	11,77	0,82	9,68
2014	5	0	0	12	11,77	0,78	9,22
2015	6	0	0	12	11,77	0,75	8,78
2016	7	0	0	12	11,77	0,71	8,37
2017	8	0	0	12	11,77	0,68	7,97
2018	9	0	0	12	11,77	0,64	7,59
2019	10	0	0	12	11,77	0,61	7,23
2020	11	0	0	12	11,77	0,58	6,88
2021	12	0	0	12	11,77	0,56	6,56

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -671,66 ευρώ. Η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα ούτε σε αυτή την περίπτωση.

Μεγάλη Πολυκατοικία

Η τελευταία κατηγορία κτηρίων κατοικιών που θα εξεταστεί είναι οι μεγάλες πολυκατοικίες. Συγκεκριμένα για μια μεγάλη πολυκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A είναι 1.625 ευρώ ενώ το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 34,19 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε μεγάλη πολυκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	34	34,19	0,95	32,56
2011	2	0	0	34	34,19	0,91	31,01
2012	3	0	0	34	34,19	0,86	29,54
2013	4	0	0	34	34,19	0,82	28,13
2014	5	0	0	34	34,19	0,78	26,79
2015	6	0	0	34	34,19	0,75	25,52
2016	7	0	0	34	34,19	0,71	24,30
2017	8	0	0	34	34,19	0,68	23,14
2018	9	0	0	34	34,19	0,64	22,04
2019	10	0	0	34	34,19	0,61	20,99
2020	11	0	0	34	34,19	0,58	19,99
2021	12	0	0	34	34,19	0,56	19,04

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.321,94 ευρώ.

Τέλος εάν πρόκειται για μεγάλη πολυκατοικία με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης τότε το κόστος αγοράς και αντικατάστασης που αντιστοιχεί σε έναν κυκλοφορητή ενεργειακής σήμανσης A είναι και πάλι 1.625 ευρώ, διότι πρόκειται για το ίδιο μοντέλο κυκλοφορητή ενώ το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 22,57 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση σε μεγάλη πολυκατοικία με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	23	22,57	0,95	21,50
2011	2	0	0	23	22,57	0,91	20,47
2012	3	0	0	23	22,57	0,86	19,50
2013	4	0	0	23	22,57	0,82	18,57
2014	5	0	0	23	22,57	0,78	17,69
2015	6	0	0	23	22,57	0,75	16,84
2016	7	0	0	23	22,57	0,71	16,04
2017	8	0	0	23	22,57	0,68	15,28
2018	9	0	0	23	22,57	0,64	14,55
2019	10	0	0	23	22,57	0,61	13,86
2020	11	0	0	23	22,57	0,58	13,20
2021	12	0	0	23	22,57	0,56	12,57

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.424,94 ευρώ.

Είναι φανερό από την παραπάνω ανάλυση ότι σε καμιά περίπτωση δεν συμφέρει η αντικατάσταση ενός εν λειτουργίας κυκλοφορητή με κίνητρο μόνο τα οικονομικά οφέλη από την ενεργειακή εξοικονόμηση που προσφέρουν οι νέοι κυκλοφορητές (με ενεργειακή σήμανση A).

Στη συνέχεια θα εξεταστεί το ίδιο σενάριο στην περίπτωση μιας μεγάλης εγκατάστασης, και πιο συγκεκριμένα στα υπόλοιπα ήδη κτηρίων όπως αυτά έχουν οριστεί σε προηγούμενα κεφάλαια και σύμφωνα με την κύρια χρήση. Για τα κτήρια αυτά έχει γίνει η παραδοχή ότι έχουν δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης στο σύνολό τους. Σε όλα τα κτήρια το κόστος αγοράς και αντικατάστασης ενός κυκλοφορητή υψηλής ενεργειακής απόδοσης με ενεργειακή σήμανση A είναι 1.625 ευρώ.

5.2.2 Σχολικά κτήρια

Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι 34,02 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης C-G σε σχολικό κτήριο

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	34	34,02	0,95	32,40
2011	2	0	0	34	34,02	0,91	30,86
2012	3	0	0	34	34,02	0,86	29,39
2013	4	0	0	34	34,02	0,82	27,99
2014	5	0	0	34	34,02	0,78	26,66
2015	6	0	0	34	34,02	0,75	25,39
2016	7	0	0	34	34,02	0,71	24,18
2017	8	0	0	34	34,02	0,68	23,03
2018	9	0	0	34	34,02	0,64	21,93
2019	10	0	0	34	34,02	0,61	20,89
2020	11	0	0	34	34,02	0,58	19,89
2021	12	0	0	34	34,02	0,56	18,94

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.323,47 ευρώ.

Εάν στην εγκατάσταση υπάρχει τοποθετημένος κυκλοφορητής ενεργειακής σήμανσης B το όφελος είναι ετησίως 26,6 ευρώ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης B σε σχολικό κτήριο

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	27	26,60	0,95	25,33
2011	2	0	0	27	26,60	0,91	24,12
2012	3	0	0	27	26,60	0,86	22,97
2013	4	0	0	27	26,60	0,82	21,88
2014	5	0	0	27	26,60	0,78	20,84
2015	6	0	0	27	26,60	0,75	19,85
2016	7	0	0	27	26,60	0,71	18,90
2017	8	0	0	27	26,60	0,68	18,00
2018	9	0	0	27	26,60	0,64	17,14
2019	10	0	0	27	26,60	0,61	16,33
2020	11	0	0	27	26,60	0,58	15,55
2021	12	0	0	27	26,60	0,56	14,81

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.389,28 ευρώ.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

5.2.3 Ξενοδοχεία

Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι 54,43 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στο ξενοδοχείο είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης C-G σε ξενοδοχείο

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	54	54,43	0,95	51,84
2011	2	0	0	54	54,43	0,91	49,37
2012	3	0	0	54	54,43	0,86	47,02
2013	4	0	0	54	54,43	0,82	44,78
2014	5	0	0	54	54,43	0,78	42,65
2015	6	0	0	54	54,43	0,75	40,62
2016	7	0	0	54	54,43	0,71	38,68
2017	8	0	0	54	54,43	0,68	36,84
2018	9	0	0	54	54,43	0,64	35,09
2019	10	0	0	54	54,43	0,61	33,42
2020	11	0	0	54	54,43	0,58	31,83
2021	12	0	0	54	54,43	0,56	30,31

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.142,56 ευρώ.

Εάν στην εγκατάσταση υπάρχει τοποθετημένος κυκλοφορητής ενεργειακής σήμανσης B το όφελος είναι ετησίως 42,55 ευρώ

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης Β σε ξενοδοχείο

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	43	42,55	0,95	40,53
2011	2	0	0	43	42,55	0,91	38,60
2012	3	0	0	43	42,55	0,86	36,76
2013	4	0	0	43	42,55	0,82	35,01
2014	5	0	0	43	42,55	0,78	33,34
2015	6	0	0	43	42,55	0,75	31,75
2016	7	0	0	43	42,55	0,71	30,24
2017	8	0	0	43	42,55	0,68	28,80
2018	9	0	0	43	42,55	0,64	27,43
2019	10	0	0	43	42,55	0,61	26,12
2020	11	0	0	43	42,55	0,58	24,88
2021	12	0	0	43	42,55	0,56	23,69

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.247,85 ευρώ.

5.2.4 Νοσοκομεία/κλινικές

Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι 127 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κλινική ή στο νοσοκομείο είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης C-G σε νοσοκομείο ή κλινική

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	127	127,01	0,95	120,96
2011	2	0	0	127	127,01	0,91	115,20
2012	3	0	0	127	127,01	0,86	109,71
2013	4	0	0	127	127,01	0,82	104,49
2014	5	0	0	127	127,01	0,78	99,51
2015	6	0	0	127	127,01	0,75	94,78
2016	7	0	0	127	127,01	0,71	90,26
2017	8	0	0	127	127,01	0,68	85,96
2018	9	0	0	127	127,01	0,64	81,87
2019	10	0	0	127	127,01	0,61	77,97
2020	11	0	0	127	127,01	0,58	74,26
2021	12	0	0	127	127,01	0,56	70,72

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -499,30 ευρώ.

Εάν στην εγκατάσταση υπάρχει τοποθετημένος κυκλοφορητής ενεργειακής σήμανσης Β το όφελος είναι ετησίως 99,29 ευρώ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης Β σε νοσοκομείο ή κλινική

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	99	99,29	0,95	94,56
2011	2	0	0	99	99,29	0,91	90,06
2012	3	0	0	99	99,29	0,86	85,77
2013	4	0	0	99	99,29	0,82	81,68
2014	5	0	0	99	99,29	0,78	77,79
2015	6	0	0	99	99,29	0,75	74,09
2016	7	0	0	99	99,29	0,71	70,56
2017	8	0	0	99	99,29	0,68	67,20
2018	9	0	0	99	99,29	0,64	64,00
2019	10	0	0	99	99,29	0,61	60,95
2020	11	0	0	99	99,29	0,58	58,05
2021	12	0	0	99	99,29	0,56	55,29

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -744,99 ευρώ.

5.2.5 Εκκλησίες/Μοναστήρια

Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι 36,29 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης C-G σε εκκλησία ή μοναστήρι

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	36	36,29	0,95	34,56
2011	2	0	0	36	36,29	0,91	32,92
2012	3	0	0	36	36,29	0,86	31,35
2013	4	0	0	36	36,29	0,82	29,86
2014	5	0	0	36	36,29	0,78	28,43
2015	6	0	0	36	36,29	0,75	27,08
2016	7	0	0	36	36,29	0,71	25,79
2017	8	0	0	36	36,29	0,68	24,56
2018	9	0	0	36	36,29	0,64	23,39
2019	10	0	0	36	36,29	0,61	22,28
2020	11	0	0	36	36,29	0,58	21,22
2021	12	0	0	36	36,29	0,56	20,21

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.303,35 ευρώ.

Εάν στην εγκατάσταση υπάρχει τοποθετημένος κυκλοφορητής ενεργειακής σήμανσης B το όφελος είναι ετησίως 28,37 ευρώ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης B σε εκκλησία ή μοναστήρι.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	28	28,37	0,95	27,02
2011	2	0	0	28	28,37	0,91	25,73
2012	3	0	0	28	28,37	0,86	24,51
2013	4	0	0	28	28,37	0,82	23,34
2014	5	0	0	28	28,37	0,78	22,23
2015	6	0	0	28	28,37	0,75	21,17
2016	7	0	0	28	28,37	0,71	20,16
2017	8	0	0	28	28,37	0,68	19,20
2018	9	0	0	28	28,37	0,64	18,29
2019	10	0	0	28	28,37	0,61	17,42
2020	11	0	0	28	28,37	0,58	16,59
2021	12	0	0	28	28,37	0,56	15,80

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.373,57 ευρώ.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

5.2.6 Εργοστάσια/εργαστήρια

Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι 37,8 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης C-G σε εργοστάσιο ή εργαστήριο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	38	37,80	0,95	36,00
2011	2	0	0	38	37,80	0,91	34,29
2012	3	0	0	38	37,80	0,86	32,65
2013	4	0	0	38	37,80	0,82	31,10
2014	5	0	0	38	37,80	0,78	29,62
2015	6	0	0	38	37,80	0,75	28,21
2016	7	0	0	38	37,80	0,71	26,86
2017	8	0	0	38	37,80	0,68	25,58
2018	9	0	0	38	37,80	0,64	24,37
2019	10	0	0	38	37,80	0,61	23,21
2020	11	0	0	38	37,80	0,58	22,10
2021	12	0	0	38	37,80	0,56	21,05

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.289,97 ευρώ.

Εάν στην εγκατάσταση υπάρχει τοποθετημένος κυκλοφορητής ενεργειακής σήμανσης B το όφελος είναι ετησίως 29,55 ευρώ

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης B σε εργοστάσιο ή εργαστήριο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	30	29,55	0,95	28,14
2011	2	0	0	30	29,55	0,91	26,80
2012	3	0	0	30	29,55	0,86	25,53
2013	4	0	0	30	29,55	0,82	24,31
2014	5	0	0	30	29,55	0,78	23,15
2015	6	0	0	30	29,55	0,75	22,05
2016	7	0	0	30	29,55	0,71	21,00
2017	8	0	0	30	29,55	0,68	20,00
2018	9	0	0	30	29,55	0,64	19,05
2019	10	0	0	30	29,55	0,61	18,14
2020	11	0	0	30	29,55	0,58	17,28
2021	12	0	0	30	29,55	0,56	16,45

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.363,09 ευρώ.

5.2.7 Καταστήματα/Γραφεία

Το όφελος από την ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι 52,92 ευρώ ετησίως σε περίπτωση που στην κατοικία είναι εγκατεστημένος κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C-G. ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης C-G σε κατάστημα ή γραφείο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	53	52,92	0,95	50,40
2011	2	0	0	53	52,92	0,91	48,00
2012	3	0	0	53	52,92	0,86	45,71
2013	4	0	0	53	52,92	0,82	43,54
2014	5	0	0	53	52,92	0,78	41,46
2015	6	0	0	53	52,92	0,75	39,49
2016	7	0	0	53	52,92	0,71	37,61
2017	8	0	0	53	52,92	0,68	35,82
2018	9	0	0	53	52,92	0,64	34,11
2019	10	0	0	53	52,92	0,61	32,49
2020	11	0	0	53	52,92	0,58	30,94
2021	12	0	0	53	52,92	0,56	29,47

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.155,96 ευρώ.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

Εάν στην εγκατάσταση υπάρχει τοποθετημένος κυκλοφορητής ενεργειακής σήμανσης B το όφελος είναι ετησίως 41,37 ευρώ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών για αντικατάσταση ενεργειακής κλάσης B σε κατάστημα ή γραφείο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-1.625,00	0	0	-1.625,00	1,00	-1.625,00
2010	1	0	0	41	41,37	0,95	39,40
2011	2	0	0	41	41,37	0,91	37,52
2012	3	0	0	41	41,37	0,86	35,74
2013	4	0	0	41	41,37	0,82	34,04
2014	5	0	0	41	41,37	0,78	32,41
2015	6	0	0	41	41,37	0,75	30,87
2016	7	0	0	41	41,37	0,71	29,40
2017	8	0	0	41	41,37	0,68	28,00
2018	9	0	0	41	41,37	0,64	26,67
2019	10	0	0	41	41,37	0,61	25,40
2020	11	0	0	41	41,37	0,58	24,19
2021	12	0	0	41	41,37	0,56	23,04

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -1.258,33 ευρώ.

Όπως είναι φανερό σε κανένα από τα παραπάνω είδη κτηρίων δεν είναι συμφέρουσα η αντικατάσταση ενός εν λειτουργία κυκλοφορητή με έναν κυκλοφορητή υψηλής ενεργειακής απόδοσης με κίνητρο μόνο τα οφέλη από την εξοικονόμηση ενέργειας. Σε όλες τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν είναι $KPIA < 0$.

5.3 Αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων κυκλοφορητών λόγω βλάβης

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί εάν σε περίπτωση βλάβης του εν λειτουργία πεπαλαιωμένου κυκλοφορητή της εγκατάστασης συμφέρει η αντικατάσταση με έναν ενεργοβόρο κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης C ή με έναν πιο ακριβό κυκλοφορητή υψηλής ενεργειακής απόδοσης (ενεργειακή κλάση A). Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά την καθιέρωση της ενεργειακής σήμανσης γίνεται προσπάθεια από την μεριά των εταιρειών να κατασκευάζονται κυκλοφορητές μέχρι κλάση B. Ορισμένα μοντέλα όμως για διάφορους τεχνικοοικονομικούς λόγους δεν επιτυγχάνουν συντελεστή $EEl > 0,4$ και εντάσσονται στην κατηγορία C. Οι ακόλουθοι πίνακες περιλαμβάνουν τις τιμές αγοράς των κυκλοφορητών τόσο για τους κυκλοφορητές κλάσης A όσο και για τους αντίστοιχους κλάσης C καθώς και το κόστος αντικατάστασης ανάλογα με το είδος χρήσης του κτηρίου.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23: Τιμές αγοράς και αντικατάστασης σε ευρώ για μονοσωλήνιο σύστημα

Χρήση κτηρίου	Κόστος αντικατάστασης	Κόστος A	Κόστος C
Μονοκατοικία	100	496	261
Διπλοκατοικία	100	557	320
Μικρή Πολυκατοικία	100	676	647
Μεγάλη Πολυκατοικία	150	1.475	1.294

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24: Τιμές αγοράς και αντικατάστασης σε ευρώ για δισωλήνιο σύστημα

Χρήση κτηρίου	Κόστος αντικατάστασης	Κόστος A	Κόστος C
Μονοκατοικία	100	178	146
Διπλοκατοικία	100	496	192
Μικρή Πολυκατοικία	100	676	522
Μεγάλη Πολυκατοικία	150	1.475	979
Λοιπά κτήρια	150	1.475	1.294

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν φαίνεται αναλυτικά η οικονομική ανάλυση για κάθε είδος κτηρίου βάσει της κύριας χρήσης του.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ετήσια έσοδα στην περίπτωση αυτή υπολογίζονται ως εξής:

- Υπολογίζεται η κατανάλωση ενός ενεργοβόρου κυκλοφορητή με βάση το είδος του κτηρίου σύμφωνα με την εξίσωση (18).
- Υπολογίζεται η κατανάλωση ενός αντίστοιχου κυκλοφορητή κλάσης A από την εξίσωση (18).
- Υπολογίζεται η διαφορά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των δυο κυκλοφορητών
- Υπολογίζεται το ποσό που εξοικονομείται από την εξίσωση (19).

5.3.1 Κατοικίες

Μονοκατοικίες

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.23 το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A που αντιστοιχεί σε τέτοιο μέγεθος κτηρίου και για μονοσωλήνιο σύστημα είναι 496 ευρώ ενώ ένας αντίστοιχος ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 261 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή. Επομένως οι διαφορά τιμών αγοράς είναι 235 ευρώ. Το όφελος όμως από την μείωση της κατανάλωσης είναι 3,31 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 82,08 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 115,2 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 33,12 kWh ανά έτος για μονοσωλήνιο σύστημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε μονοκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα.

Έτος	Χρόνος	Αρχ. Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-235	0	0	-235,00	1,00	-235,00
2010	1	0	0	3	3,31	0,95	3,15
2011	2	0	0	3	3,31	0,91	3,00
2012	3	0	0	3	3,31	0,86	2,86
2013	4	0	0	3	3,31	0,82	2,72
2014	5	0	0	3	3,31	0,78	2,60
2015	6	0	0	3	3,31	0,75	2,47
2016	7	0	0	3	3,31	0,71	2,35
2017	8	0	0	3	3,31	0,68	2,24
2018	9	0	0	3	3,31	0,64	2,13
2019	10	0	0	3	3,31	0,61	2,03
2020	11	0	0	3	3,31	0,58	1,94
2021	12	0	0	3	3,31	0,56	1,84

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -205,64 ευρώ. Επομένως η επένδυση δεν κρίνεται βιώσιμη.

Αντίστοιχα το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A που αντιστοιχεί σε μονοκατοικία και για δισωλήνιο σύστημα είναι 178 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 146 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή. Επομένως η διαφορά τιμών αγοράς είναι 32 ευρώ. Το όφελος όμως από την μείωση της κατανάλωσης είναι 4,32 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 43,2 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 86,4 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 43,2 kWh ανά έτος για δισωλήνιο σύστημα.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε μονοκατοικία με δισωλήνιο σύστημα.

Έτος	Χρόνος	Αρχ. Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-32	0	0	-32,00	1,00	-32,00
2010	1	0	0	2	2,02	0,95	1,92
2011	2	0	0	2	2,02	0,91	1,83
2012	3	0	0	2	2,02	0,86	1,74
2013	4	0	0	2	2,02	0,82	1,66
2014	5	0	0	2	2,02	0,78	1,58
2015	6	0	0	2	2,02	0,75	1,50
2016	7	0	0	2	2,02	0,71	1,43
2017	8	0	0	2	2,02	0,68	1,36
2018	9	0	0	2	2,02	0,64	1,30
2019	10	0	0	2	2,02	0,61	1,24
2020	11	0	0	2	2,02	0,58	1,18
2021	12	0	0	2	2,02	0,56	1,12

Η Καθαρή Παρούσα Αξία υπολογίστηκε ίση με 6,29 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης 8,33%. Όπως είναι πολύ φανερό είναι $KPA > 0$ επομένως η επένδυση είναι βιώσιμη και θα παραμείνει ακόμα και αν το επιτόκιο γίνει 8,33%.

Συνεπώς με τις παρούσες τιμές αγοράς των κυκλοφορητών φαίνεται να συμφέρει η τοποθέτηση κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής απόδοσης μόνο σε μονοκατοικίες με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης.

Διπλοκατοικίες

Αντίστοιχη ανάλυση γίνεται και για τις διπλοκατοικίες, δηλαδή κτήρια κατοικιών που χρησιμοποιούνται για την στέγαση δύο νοικοκυριών. Το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A που αντιστοιχεί σε διπλοκατοικία και για μονοσωλήνιο σύστημα είναι 557 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 320 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή. Επομένως οι διαφορά τιμών αγοράς είναι 237 ευρώ. Το όφελος όμως από την μείωση της κατανάλωσης είναι 13,54 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 116,6 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 252 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 135,4 kWh για μονοσωλήνιο σύστημα.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.27: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε διπλοκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-237,00	0	0	-237,00	1,00	-237,00
2010	1	0	0	14	13,54	0,95	12,89
2011	2	0	0	14	13,54	0,91	12,28
2012	3	0	0	14	13,54	0,86	11,69
2013	4	0	0	14	13,54	0,82	11,14
2014	5	0	0	14	13,54	0,78	10,61
2015	6	0	0	14	13,54	0,75	10,10
2016	7	0	0	14	13,54	0,71	9,62
2017	8	0	0	14	13,54	0,68	9,16
2018	9	0	0	14	13,54	0,64	8,73
2019	10	0	0	14	13,54	0,61	8,31
2020	11	0	0	14	13,54	0,58	7,91
2021	12	0	0	14	13,54	0,56	7,54

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι -117,03 ευρώ επομένως η επένδυση δεν κρίνεται συμφέρουσα. Ωστόσο αν η διαφορά των τιμών γίνει 119 ευρώ τότε η καθαρή παρούσα αξία γίνεται 0,97 ευρώ, δηλαδή οριακά θετική.

Αντίστοιχα για μια διπλοκατοικία με δισωλήνιο σύστημα το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A είναι 496 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 192 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή (περίπου 100 ευρώ). Επομένως οι διαφορά τιμών αγοράς είναι 304 ευρώ. Το όφελος από την μείωση της κατανάλωσης συμβαίνει να είναι το ίδιο με αυτό για μονοσωλήνιο σύστημα σε διπλοκατοικία, δηλαδή είναι 13,54 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 53,28 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 188,64 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 135,4 kWh ανά έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.28: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε διπλοκατοικία με δισωλήνιο σύστημα.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-304,00	0	0	-304,00	1,00	-304,00
2010	1	0	0	14	13,54	0,95	12,89
2011	2	0	0	14	13,54	0,91	12,28
2012	3	0	0	14	13,54	0,86	11,69
2013	4	0	0	14	13,54	0,82	11,14
2014	5	0	0	14	13,54	0,78	10,61
2015	6	0	0	14	13,54	0,75	10,10
2016	7	0	0	14	13,54	0,71	9,62
2017	8	0	0	14	13,54	0,68	9,16
2018	9	0	0	14	13,54	0,64	8,73
2019	10	0	0	14	13,54	0,61	8,31
2020	11	0	0	14	13,54	0,58	7,91
2021	12	0	0	14	13,54	0,56	7,54

Η Καθαρή Παρούσα Αξία όπως υπολογίστηκε σύμφωνα με τα στοιχεία που παραπάνω πίνακα είναι ίση με -184,03 ευρώ. Η επένδυση δεν κρίνεται συμφέρουσα. Ωστόσο και στην περίπτωση αυτή αν η διαφορά τιμής των κυκλοφορητών φτάσει στα 119 ευρώ τότε η επένδυση γίνεται οριακά συμφέρουσα.

Μικρή Πολυκατοικία

Αντίστοιχη ανάλυση γίνεται και για τις μικρές πολυκατοικίες, δηλαδή κτήρια κατοικιών που χρησιμοποιούνται για την στέγαση τριών ως πέντε νοικοκυριών. Το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης μιας μικρής πολυκατοικίας με μονοσωλήνιο σύστημα είναι 676 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 647 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή. Επομένως η διαφορά τιμών αγοράς είναι μόλις 29 ευρώ. Το όφελος όμως από την μείωση της κατανάλωσης είναι 10,28 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 156,34 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 259,2 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 102,81 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.29: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε μικρή πολυκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-29,00	0	0	-29,00	1,00	-29,00
2010	1	0	0	10	10,28	0,95	9,79
2011	2	0	0	10	10,28	0,91	9,33
2012	3	0	0	10	10,28	0,86	8,88
2013	4	0	0	10	10,28	0,82	8,46
2014	5	0	0	10	10,28	0,78	8,06
2015	6	0	0	10	10,28	0,75	7,67
2016	7	0	0	10	10,28	0,71	7,31
2017	8	0	0	10	10,28	0,68	6,96
2018	9	0	0	10	10,28	0,64	6,63
2019	10	0	0	10	10,28	0,61	6,31
2020	11	0	0	10	10,28	0,58	6,01
2021	12	0	0	10	10,28	0,56	5,73

Η Καθαρή Παρούσα Αξία υπολογίστηκε σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα και βρέθηκε ίση με 62,13 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ίσος με 34%. Είναι λοιπόν φανερό πως σε περίπτωση βλάβης ενός κυκλοφορητή σε μικρή πολυκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα ενδείκνυται η εγκατάσταση ενός κυκλοφορητή υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Εάν πρόκειται για μικρή πολυκατοικία με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A είναι 676 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 522 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή. Επομένως οι διαφορά τιμών αγοράς είναι μόλις 154 ευρώ. Το όφελος από την μείωση της κατανάλωσης είναι 11,77 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 117,72 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 235,44 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 117,72 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.30: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε μικρή πολυκατοικία με δισωλήνιο σύστημα.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-154,00	0	0	-154,00	1,00	-154,00
2010	1	0	0	12	11,77	0,95	11,21
2011	2	0	0	12	11,77	0,91	10,68
2012	3	0	0	12	11,77	0,86	10,17
2013	4	0	0	12	11,77	0,82	9,68
2014	5	0	0	12	11,77	0,78	9,22
2015	6	0	0	12	11,77	0,75	8,78
2016	7	0	0	12	11,77	0,71	8,37
2017	8	0	0	12	11,77	0,68	7,97
2018	9	0	0	12	11,77	0,64	7,59
2019	10	0	0	12	11,77	0,61	7,23
2020	11	0	0	12	11,77	0,58	6,88
2021	12	0	0	12	11,77	0,56	6,56

Η Καθαρή Παρούσα Αξία υπολογίστηκε σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα ίση με -49,66 ευρώ. Εάν η διαφορά της τιμής μειωθεί κατά 50 ευρώ τότε η καθαρή παρούσα αξία γίνεται ίση με 0,34 ευρώ και η επένδυση γίνεται οριακά συμφέρουσα.

Μεγάλη Πολυκατοικία

Τελευταία κατηγορία κτηρίων κατοικιών αποτελούν οι μεγάλες πολυκατοικίες, δηλαδή κτήρια κατοικιών που χρησιμοποιούνται για την στέγαση περισσότερων από πέντε νοικοκυριών. Το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης μιας μεγάλης πολυκατοικίας με μονοσωλήνιο σύστημα είναι 1.475 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 1.294 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή (περίπου 150 ευρώ). Επομένως η διαφορά τιμών αγοράς είναι μόλις 181 ευρώ. Το όφελος όμως από την μείωση της κατανάλωσης είναι 34,19 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 279,07 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 621 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 341,93 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.31: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε μεγάλη πολυκατοικία με μονοσωλήνιο σύστημα

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	34	34,19	0,95	32,56
2011	2	0	0	34	34,19	0,91	31,01
2012	3	0	0	34	34,19	0,86	29,54
2013	4	0	0	34	34,19	0,82	28,13
2014	5	0	0	34	34,19	0,78	26,79
2015	6	0	0	34	34,19	0,75	25,52
2016	7	0	0	34	34,19	0,71	24,30
2017	8	0	0	34	34,19	0,68	23,14
2018	9	0	0	34	34,19	0,64	22,04
2019	10	0	0	34	34,19	0,61	20,99
2020	11	0	0	34	34,19	0,58	19,99
2021	12	0	0	34	34,19	0,56	19,04

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με 122,06 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι ίσος με 16%. Η επένδυση λοιπόν στην περίπτωση αυτή κρίνεται συμφέρουσα. Συγκεκριμένα η έντοκη περίοδος αποπληρωμής της διαφοράς της τιμής είναι περίπου 5,5 χρόνια.

Για την περίπτωση μεγάλων πολυκατοικιών με δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης το κόστος για έναν κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A είναι 1.475 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 979 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή (περίπου 150 ευρώ). Επομένως η διαφορά τιμών αγοράς είναι μόλις 496 ευρώ. Το όφελος από την μείωση της κατανάλωσης είναι 22,57 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 200,88 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 426,6 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 225,72 kWh ανά έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.32: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε μεγάλη πολυκατοικία με δισωλήνιο σύστημα

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-496,00	0	0	-496,00	1,00	-496,00
2010	1	0	0	23	22,57	0,95	21,50
2011	2	0	0	23	22,57	0,91	20,47
2012	3	0	0	23	22,57	0,86	19,50
2013	4	0	0	23	22,57	0,82	18,57
2014	5	0	0	23	22,57	0,78	17,69
2015	6	0	0	23	22,57	0,75	16,84
2016	7	0	0	23	22,57	0,71	16,04
2017	8	0	0	23	22,57	0,68	15,28
2018	9	0	0	23	22,57	0,64	14,55
2019	10	0	0	23	22,57	0,61	13,86
2020	11	0	0	23	22,57	0,58	13,20
2021	12	0	0	23	22,57	0,56	12,57

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με -295,54 ευρώ. Η παρούσα επένδυση δεν είναι σε καμία περίπτωση συμφέρουσα. Μόνο σε περίπτωση που η διαφορά των τιμών φτάσει τα 200,06 ευρώ η ΚΠΑ μηδενίζεται και η επένδυση αρχίζει να γίνεται οριακά συμφέρουσα.

Στα είδη κτηρίων που ακολουθούν έχει γίνει η παραδοχή όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω ότι έχουν στο σύνολό τους δισωλήνιο σύστημα. Πρόκειται για τυπικά μεγάλες εγκαταστάσεις στις οποίες έγινε η παραδοχή ότι αντιστοιχούν οι ίδιοι τύποι κυκλοφορητών. Επομένως το κόστος για έναν κυκλοφορητή που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης για σχολικό κτήριο και ενεργειακής κλάσης A είναι 1.475 ευρώ ενώ ένας κυκλοφορητής ενεργειακής κλάσης C κοστίζει 1.294 ευρώ. Το κόστος αφαίρεσης του παλιού κυκλοφορητή και αντικατάστασης του νέου είναι το ίδιο και ανεξάρτητο της κλάσης του κυκλοφορητή (περίπου 150 ευρώ). Επομένως η διαφορά τιμών αγοράς είναι μόλις 181 ευρώ. Το όφελος ωστόσο από την εξοικονόμηση ενέργειας διαφέρει ανάλογα με το είδος της χρήσης του κτηρίου, λόγω της διαφορετικής διάρκειας λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης.

5.3.2 Σχολικά κτήρια

Το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης για σχολικό κτήριο από την μείωση της κατανάλωσης είναι 34,02 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 436,05 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 776,25 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 340,2 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.33: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε σχολικό κτήριο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	34	34,02	0,95	32,40
2011	2	0	0	34	34,02	0,91	30,86
2012	3	0	0	34	34,02	0,86	29,39
2013	4	0	0	34	34,02	0,82	27,99
2014	5	0	0	34	34,02	0,78	26,66
2015	6	0	0	34	34,02	0,75	25,39
2016	7	0	0	34	34,02	0,71	24,18
2017	8	0	0	34	34,02	0,68	23,03
2018	9	0	0	34	34,02	0,64	21,93
2019	10	0	0	34	34,02	0,61	20,89
2020	11	0	0	34	34,02	0,58	19,89
2021	12	0	0	34	34,02	0,56	18,94

Η Καθαρή Παρούσα Αξία σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα και συγκεκριμένα αθροίζοντας τα στοιχεία της στήλης της ανηγμένης χρηματοροής είναι ίση με 120,53 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι ίσος με 15%. Επομένως η αγορά και τοποθέτηση ενός κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A στην περίπτωση βλάβης του ήδη εγκατεστημένου κυκλοφορητή είναι συμφέρουσα και συνίσταται.

5.3.3 Ξενοδοχεία

Το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης για ξενοδοχειακή μονάδα από την μείωση της κατανάλωσης είναι 54,43 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 697,68 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 1.242 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 544,32 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.34: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε ξενοδοχείο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	54	54,43	0,95	51,84
2011	2	0	0	54	54,43	0,91	49,37
2012	3	0	0	54	54,43	0,86	47,02
2013	4	0	0	54	54,43	0,82	44,78
2014	5	0	0	54	54,43	0,78	42,65
2015	6	0	0	54	54,43	0,75	40,62
2016	7	0	0	54	54,43	0,71	38,68
2017	8	0	0	54	54,43	0,68	36,84
2018	9	0	0	54	54,43	0,64	35,09
2019	10	0	0	54	54,43	0,61	33,42
2020	11	0	0	54	54,43	0,58	31,83
2021	12	0	0	54	54,43	0,56	30,31

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με 301,44 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι 29%. Η παρούσα επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα και η χρονική περίοδος αποπληρωμής είναι κατά προσέγγιση 3,3 χρόνια.

5.3.4 Νοσοκομεία/κλινικές

Το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης για νοσοκομειακή μονάδα από την μείωση της κατανάλωσης είναι 127 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 1.627,92 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 2.898 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 1.270,08 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.35: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε νοσοκομείο ή κλινική.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	127	127,01	0,95	120,96
2011	2	0	0	127	127,01	0,91	115,20
2012	3	0	0	127	127,01	0,86	109,71
2013	4	0	0	127	127,01	0,82	104,49
2014	5	0	0	127	127,01	0,78	99,51
2015	6	0	0	127	127,01	0,75	94,78
2016	7	0	0	127	127,01	0,71	90,26
2017	8	0	0	127	127,01	0,68	85,96
2018	9	0	0	127	127,01	0,64	81,87
2019	10	0	0	127	127,01	0,61	77,97
2020	11	0	0	127	127,01	0,58	74,26
2021	12	0	0	127	127,01	0,56	70,72

Η Καθαρή Παρούσα Αξία υπολογίστηκε σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία ίση με 944,70 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι ίσος με 70%. Επομένως είναι φανερό πως συμφέρει η αντικατάσταση του κυκλοφορητή της εγκατάστασης σε περίπτωση βλάβης με έναν κυκλοφορητή υψηλής ενεργειακής απόδοσης (ενεργειακή κλάση A).

5.3.5 Εκκλησίες/Μοναστήρια

Το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης για κτήρια εκκλησιών ή μοναστηριών από την μείωση της κατανάλωσης είναι 36,29 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 465,12 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 828 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 362,88 kWh/έτος..

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.36: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε εκκλησία ή μοναστήρι.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	36	36,29	0,95	34,56
2011	2	0	0	36	36,29	0,91	32,91
2012	3	0	0	36	36,29	0,86	31,35
2013	4	0	0	36	36,29	0,82	29,85
2014	5	0	0	36	36,29	0,78	28,43
2015	6	0	0	36	36,29	0,75	27,08
2016	7	0	0	36	36,29	0,71	25,79
2017	8	0	0	36	36,29	0,68	24,56
2018	9	0	0	36	36,29	0,64	23,39
2019	10	0	0	36	36,29	0,61	22,28
2020	11	0	0	36	36,29	0,58	21,22
2021	12	0	0	36	36,29	0,56	20,21

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με 140,63 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης είναι ίσος με 17%. Κατά συνέπεια και στην περίπτωση των εκκλησιών/ μοναστηριών κρίνεται σκόπιμη η υπό εξέταση επένδυση.

5.3.6 Εργοστάσια/εργαστήρια

Το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας που αντιστοιχεί σε εγκατάσταση θέρμανσης για εργοστασιακή μονάδα ή κτήριο εργαστηρίων από την μείωση της κατανάλωσης είναι 37,8 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 484,5 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 862,5 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 378 kWh/έτος..

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.37: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε εργοστάσιο ή εργαστήριο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	38	37,80	0,95	36,00
2011	2	0	0	38	37,80	0,91	34,29
2012	3	0	0	38	37,80	0,86	32,65
2013	4	0	0	38	37,80	0,82	31,10
2014	5	0	0	38	37,80	0,78	29,62
2015	6	0	0	38	37,80	0,75	28,21
2016	7	0	0	38	37,80	0,71	26,86
2017	8	0	0	38	37,80	0,68	25,58
2018	9	0	0	38	37,80	0,64	24,37
2019	10	0	0	38	37,80	0,61	23,21
2020	11	0	0	38	37,80	0,58	22,10
2021	12	0	0	38	37,80	0,56	21,05

Η Καθαρή Παρούσα Αξία της παραπάνω επένδυσης είναι ίση με 154,03 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι ίσος με 18%. Η επένδυση λοιπόν κρίνεται συμφέρουσα.

5.3.7 Καταστήματα/Γραφεία

Τέλος για εγκατάσταση θέρμανσης σε κτήρια γραφείων ή καταστημάτων το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας από την μείωση της κατανάλωσης είναι 52,92 ευρώ ετησίως. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενός κυκλοφορητή κλάσης A είναι 678,3 kWh ετησίως ενώ για έναν κυκλοφορητή κλάσης C 1207,5 kWh σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 529,2 kWh/έτος.

Κεφάλαιο 5: Οικονομική ανάλυση

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.38: Αναλυτικός υπολογισμός οικονομικών μεγεθών σύγκρισης κυκλοφορητή ενεργειακής κλάσης A με C σε κατάσταση ή γραφείο.

Έτος	Χρόνος	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Κόστη	Ετήσια έσοδα	Καθαρή Χρηματοροή: F_t	$[1/(1+i)^n]$	Ανηγγεμένη Χρηματοροή $F_t \cdot 1/(1+i)^n$
2009	0	-181,00	0	0	-181,00	1,00	-181,00
2010	1	0	0	53	52,92	0,95	50,40
2011	2	0	0	53	52,92	0,91	48,00
2012	3	0	0	53	52,92	0,86	45,71
2013	4	0	0	53	52,92	0,82	43,54
2014	5	0	0	53	52,92	0,78	41,46
2015	6	0	0	53	52,92	0,75	39,49
2016	7	0	0	53	52,92	0,71	37,61
2017	8	0	0	53	52,92	0,68	35,82
2018	9	0	0	53	52,92	0,64	34,11
2019	10	0	0	53	52,92	0,61	32,49
2020	11	0	0	53	52,92	0,58	30,94
2021	12	0	0	53	52,92	0,56	29,47

Η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι ίση με 288,04 ευρώ ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι ίσος με 28%. Η επένδυση λοιπόν κρίνεται ωφέλιμη και σε αυτή την περίπτωση.

Συνοπτικά η αντικατάσταση ενός εγκατεστημένου κυκλοφορητή σε περίπτωση βλάβης με έναν κυκλοφορητή υψηλής ενεργειακής απόδοσης φαίνεται να είναι συμφέρουσα σε όλες τις μεγάλες εγκαταστάσεις (σχολικά κτήρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία/κλινικές, εκκλησίες/μοναστήρια, εργοστάσια/εργαστήρια, καταστήματα/γραφεία). Επίσης κρίθηκε συμφέρουσα για συστήματα θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα σε μονοκατοικίες, μικρές και μεγάλες πολυκατοικίες.

6 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα από την ανάλυση που προηγήθηκε είναι φανερό πως η χρήση κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης A οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν εννέα σενάρια αντικατάστασης:

- αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης C-G σε κατοικίες, σε επαγγελματικά κτήρια και σε όλα τα κτήρια αντίστοιχα.
- αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B σε κατοικίες, σε επαγγελματικά κτήρια και σε όλα τα κτήρια αντίστοιχα.
- αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B-G σε κατοικίες, σε επαγγελματικά κτήρια και σε όλα τα κτήρια αντίστοιχα.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά την κατανάλωση ενέργειας σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις:

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Κατανάλωση ενέργειας για καθένα από τα σενάρια αντικατάστασης

Αντικατάσταση με κυκλοφορητή κλάσης A	Πριν την αντικατάσταση σε GWh	Μετά την αντικατάσταση σε GWh	Ποσοστό μείωσης (%)	Εξοικονόμηση σε GWh
C-G σε κατοικίες	186,8	128,08	31,43	58,72
B σε κατοικίες	186,8	179,98	3,65	6,82
B-G σε κατοικίες	186,8	122,3	34,53	64,5
C-G σε επαγγελματικά	186,8	164,79	11,79	22,02
B σε επαγγελματικά	186,8	184,58	1,19	2,22
B-G σε επαγγελματικά	186,8	162,59	12,96	24,21
C-G σε όλα	186,8	106,07	43,22	80,73
B σε όλα	186,8	177,77	4,84	9,03
B-G σε όλα	186,8	98,09	47,49	88,71

Είναι φανερό ότι η αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης B δεν αποφέρει μεγάλα ποσοστά εξοικονόμησης. Η αντικατάσταση των κυκλοφορητών κλάσης C-G οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση, αλλά η μεγαλύτερη εξοικονόμηση προκύπτει από την αντικατάσταση όλων των κυκλοφορητών ενεργειακής κλάσης διαφορετικής από A με κυκλοφορητές A κλάσης.

Ωστόσο παρόλη την εξοικονόμηση ενέργειας δε φαίνεται να είναι συμφέρουσα οικονομικά η αντικατάσταση ενός εν λειτουργία κυκλοφορητή με έναν υψηλής ενεργειακής απόδοσης μόνο για λόγους εξοικονόμησης.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Αντικατάσταση του εν λειτουργία κυκλοφορητή κλάσης C-G με έναν ενεργειακής κλάσης A μόνο για λόγους ενεργειακής εξοικονόμησης.

Είδος κτηρίου	ΚΠΑ<0	ΚΠΑ>0
Μονοκατοικία	√	
Διπλοκατοικία	√	
Μικρή Πολυκατοικία	√	
Μεγάλη Πολυκατοικία	√	
Σχολικά κτήρια	√	
Ξενοδοχεία	√	
Νοσοκομεία/Κλινικές	√	
Εκκλησίες/Μοναστήρια	√	
Εργοστάσια/Εργαστήρια	√	
Καταστήματα/Γραφεία [√]	√	

Αντίθετα στην περίπτωση βλάβης του εγκατεστημένου κυκλοφορητή συμφέρει ιδιαίτερα σε μεγάλες εγκαταστάσεις η τοποθέτηση ενός νέου υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Αντικατάσταση του εν λειτουργία κυκλοφορητή κλάσης C-G με έναν ενεργειακής κλάσης A μόνο για λόγους ενεργειακής εξοικονόμησης.

Είδος κτηρίου	Είδος Θέρμανσης	ΚΠΑ<0	ΚΠΑ>0
Μονοκατοικία	μονοσωλήνιο	√	
	δισωλήνιο		√
Διπλοκατοικία	μονοσωλήνιο	√	
	δισωλήνιο	√	
Μικρή Πολυκατοικία	μονοσωλήνιο		√
	δισωλήνιο	√	
Μεγάλη Πολυκατοικία	μονοσωλήνιο		√
	δισωλήνιο	√	
Σχολικά κτήρια	δισωλήνιο		√
Ξενοδοχεία	δισωλήνιο		√
Νοσοκομεία/Κλινικές	δισωλήνιο		√
Εκκλησίες/Μοναστήρια	δισωλήνιο		√
Εργοστάσια/Εργαστήρια	δισωλήνιο		√
Καταστήματα/Γραφεία [√]	δισωλήνιο		√

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Εφόσον η επένδυση αντικατάστασης δεν φαίνεται συμφέρουσα, το μειωμένο ενδιαφέρον του αγοραστικού κοινού οδήγησε το γερμανικό κράτος να αναλάβει την πρωτοβουλία της επιδότησης των κυκλοφορητών υψηλής ενεργειακής απόδοσης χρησιμοποιώντας το εξής μέτρο: για κυκλοφορητές αξίας έως 400 Ευρώ το κράτος επιδοτεί το πόσο των 100 Ευρώ, ενώ για κυκλοφορητές αξίας μεγαλύτερης των 400 Ευρώ επιδοτεί το 25% της τιμής.

Ίσως θα ήταν χρήσιμο και στην Ελλάδα να ληφθεί υπόψη η εφαρμογή ενός παρόμοιου μέτρου καθώς με τα μέχρι στιγμής στοιχεία και τιμές της αγοράς δε φαίνεται συμφέρουσα η αντικατάσταση των εν λειτουργία πεπαλαιωμένων κυκλοφορητών με νέους υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Ωστόσο όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως φαίνεται ότι σε περίπτωση βλάβης και αναγκαίας αντικατάστασης του εν λειτουργία κυκλοφορητή, συμφέρει η τοποθέτηση ενός κυκλοφορητή με υψηλή ενεργειακή απόδοση. Αυτό συμβαίνει διότι η διαφορά στην τιμή μεταξύ ενός κυκλοφορητή με ενεργειακή σήμανση A και ενός με ενεργειακή σήμανση C είναι μικρότερη από την εξοικονόμηση που γίνεται ετησίως λόγω των μειωμένων kWh που χρειάζεται ο κυκλοφορητής υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Πέραν όμως από την οικονομική ωφέλεια που στις περισσότερες περιπτώσεις θα έχουν οι καταναλωτές, δεν πρέπει να ξεχνά κανείς και τις περιβαλλοντικές ωφέλειες. Η μείωση των εκπομπών που επιτυγχάνεται με την χρήση νέων κυκλοφορητών είναι σημαντική. Άλλωστε οι στόχοι που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως το 2020 δεν μας αφήνουν το περιθώριο να αφήσουμε ανεκμετάλλευτη και την παραμικρή δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας.

Όπως έχει ίσως αναφερθεί περίπου 100 εκατομμύρια κυκλοφορητές είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν σε όλη την Ευρώπη. Αν και σπάνια θεωρούνται καταναλωτές ενέργειας, και μόνο το μέγεθος της χρήσης τους καταλήγει σε υπέρογκη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Για το λόγο αυτό η ΕΕ πήρε την απόφαση να απαγορεύσει την πώληση κυκλοφορητών χαμηλής από το 2013 και μετά. Το μέτρο αυτό είναι σκόπιμο και περιβαλλοντικά ωφέλιμο για τις χώρες της Ευρώπης.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τη παρούσα εργασία είναι ότι υπάρχει ένα δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, εφόσον τα περισσότερα κτήρια του Νομού Αττικής έχουν εγκατεστημένους πεπαλαιωμένους κυκλοφορητές, το οποίο δε θα πρέπει να μείνει ανεκμετάλλευτο σε ευρωπαϊκό αλλά και εθνικό επίπεδο, ακόμα και αν χρειαστεί να υπάρξει αρχικά μια πρωτοβουλία επιχορήγησης της αντικατάστασης των παλαιών κυκλοφορητών. Άλλωστε τα οφέλη θα είναι πολλαπλά, σε οικονομικό, βιομηχανικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

Αναφορές

Στην ελληνική γλώσσα

1. Ψαρράς Ι., *Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική, Εκπαιδευτικές σημειώσεις*, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009.
2. Τεγόπουλος Ι., *Ηλεκτρικές Μηχανές*, Εκπαιδευτικές σημειώσεις, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1991.
3. Ανέστης Γ, *Έξυπνοι Κυκλοφορητές: Μεγάλη Εξοικονόμηση Ενέργειας Με τη Νέα Γενιά Κυκλοφορητών με Ενεργειακή Σήμανση*, Τεχνική Επιθεώρηση, Ιούλιος 2007
4. Μπούφης Φιλ., *Υδρολίπαντη Αντλία Η Απόλυτα Στεγανή Αντλία*, Τεχνική Επιθεώρηση, Ιούνιος 2007
5. Μποζατζίδης Χρ., *Κυκλοφορητές υψηλής ενεργειακής απόδοσης για θέρμανση και ψύξη*, Τεχνική Επιθεώρηση
6. Σελλούντος Β., *Θέρμανση Κλιματισμός Τόμος Α' και Β'*, Εκδόσεις ΤΕΚΔΟΤΙΚΗ
7. Σανταμούρης Μ., *Ενέργεια και κτήριο: Ενεργειακή κατανάλωση κτηρίων και οι νέες τεχνικές για τη μείωσή της*.
8. Μαλαχίας Γ. και Μιχάλης Π, *Κεντρικές Θερμάνσεις με μονοσωλήνιο σύστημα*, Εκδόσεις ΙΩΝ
9. Λέγγας Σ. και Παρίκος Ν. *Θέρμανση Αερισμός Κλιματισμός*, Εκδόσεις ΙΩΝ
10. Τεχνικά Εγχειρίδια, Grundfos
11. Μπαλαράς Α Κωνσταντίνος, *Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες*, 2001
12. Στοιχεία από την απογραφή του 2001, ΕΣΥΕ.

Ξενογλωσσες

13. N. Bidstrup, G. Hunnekuhl, H. Heinrich and T. Andersen, *Classification of circulators*, Europump, 2003.
14. L.Bachus and A.Custodis, *Know and Understand Centrifugal Pumps*, Elsevier Science, 2003
15. Edward Grist, *Cavitation and the Centrifugal Pump, A Guide for Pump Users*, Taylor and Francis, 1999
16. EU SAVE II Project Promotion of Energy Efficiency in Circulation Pumps, especially in Domestic Heating Systems
17. Pump Life Cycle Costs: A guide to LCC analysis for pumping systems, Europump

Ηλεκτρονικές Πηγές

18. www.grundfos.gr
19. www.grundfos.de

20. www.europump.org
21. www.kape.gr
22. www.dei.gr
23. www.ypan.gr
24. www.energypluspumps.eu
25. www.esye.gr
26. www.worldpumps.com
27. www.energyproject.com
28. www.minenv.gr
29. www.ktirio.gr

Πρόγραμμα Επιλογής Αντλιών

30. WinCaps, Grundfos

Παράρτημα Α: Πίνακες

Πίνακας Α.1: Αριθμός κτηρίων ανά είδος χρήσεις και χρονική περίοδο κατασκευής για το νομό Αττικής.

Σύνολο Αττικής	Σύνολο κτηρίων	Χρονική περίοδος κατασκευής										
		Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 και μετά	Υπό κατασκευή	Δεδηλωθήκε
Αττική	754.728	7.680	33.620	107.899	161.155	179.622	87.988	64.293	50.790	41.534	15.555	4.592
Α. Αποκλειστική χρήση	660.506	7.123	30.879	95.798	136.185	150.650	78.105	58.459	46.181	38.335	14.462	4.329
1. Κατοικίες	586.730	5.031	25.546	84.628	122.223	137.032	70.653	52.437	40.756	33.954	12.232	2.238
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	2.787	469	404	391	377	283	222	188	149	136	40	128
3. Ξενοδοχεία	999	24	57	98	257	258	88	72	59	33	14	39
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	8.668	77	543	1.497	2.028	1.779	889	697	564	340	78	176
5. Σχολικά κτήρια	2.758	51	123	316	395	537	310	268	323	302	45	88
6. Καταστήματα - Γραφεία	23.777	606	1.707	3.598	4.417	4.168	2.300	2.017	2.089	1.826	418	631
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	465	0	23	69	87	98	52	53	34	25	3	21

8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	483	26	44	86	120	64	37	34	36	22	10	4
9. Άλλες χρήσεις	33.839	839	2.432	5.115	6.281	6.431	3.554	2.693	2.171	1.697	1.622	1.004
Β. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	94.222	557	2.741	12.101	24.970	28.972	9.883	5.834	4.609	3.199	1.093	263
1. Κατοικίες	76.477	280	1.650	9.223	20.995	25.402	7.999	4.518	3.437	2.273	525	175
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	323	33	37	46	54	61	31	22	17	16	3	3
3. Ξενοδοχεία	352	3	16	33	65	103	58	23	25	15	9	2
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.507	7	49	203	333	349	222	147	109	62	15	11
5. Σχολικά κτήρια	351	4	22	59	61	86	39	28	20	24	4	4
6. Καταστήματα - Γραφεία	9.847	128	601	1.691	2.442	1.965	978	703	657	516	113	53
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	44	0	3	10	9	3	6	4	5	4	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	67	1	4	10	15	11	5	7	7	5	2	0

9. Άλλες χρήσεις	5.254	101	359	826	996	992	545	382	332	284	422	15
Αστικές Περιοχές	723.596	5.940	30.189	105.044	157.313	173.927	83.131	60.995	48.208	39.750	14.803	4.296
A. Αποκλειστική χρήση	631.136	5.539	27.671	93.146	132.584	145.279	73.475	55.302	43.731	36.642	13.734	4.033
1. Κατοικίες	562.645	3.919	23.039	82.483	119.332	132.557	66.619	49.723	38.730	32.544	11.587	2.112
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	2.231	281	296	333	342	246	190	162	124	115	37	105
3. Ξενοδοχεία	775	19	52	87	230	203	51	52	29	20	10	22
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	8.492	72	532	1.490	2.004	1.727	860	683	548	331	73	172
5. Σχολικά κτήρια	2.685	48	111	298	386	531	306	265	314	296	45	85
6. Καταστήματα - Γραφεία	23.093	586	1.625	3.522	4.301	4.070	2.231	1.960	2.011	1.767	409	611
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	465	0	23	69	87	98	52	53	34	25	3	21
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	473	26	44	86	118	64	35	34	31	21	10	4
9. Άλλες χρήσεις	30.277	588	1.949	4.778	5.784	5.783	3.131	2.370	1.910	1.523	1.560	901

Β. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	92.460	401	2.518	11.898	24.729	28.648	9.656	5.693	4.477	3.108	1.069	263
1. Κατοικίες	75.618	164	1.494	9.109	20.897	25.275	7.907	4.460	3.387	2.230	520	175
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	290	26	33	44	52	55	24	20	16	14	3	3
3. Ξενοδοχεία	197	3	13	29	43	56	27	11	8	4	1	2
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.476	6	48	202	330	344	218	139	104	61	13	11
5. Σχολικά κτήρια	346	3	22	56	61	85	39	28	20	24	4	4
6. Καταστήματα - Γραφεία	9.609	122	580	1.657	2.403	1.922	940	680	638	503	111	53
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	43	0	3	10	9	3	6	4	4	4	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	63	1	4	10	14	10	4	7	6	5	2	0
9. Άλλες χρήσεις	4.818	76	321	781	920	898	491	344	294	263	415	15
Αγροτικές Περιοχές	31.132	1.740	3.431	2.855	3.842	5.695	4.857	3.298	2.582	1.784	752	296
Α. Αποκλειστική χρήση	29.370	1.584	3.208	2.652	3.601	5.371	4.630	3.157	2.450	1.693	728	296

1. Κατοικίες	24.085	1.112	2.507	2.145	2.891	4.475	4.034	2.714	2.026	1.410	645	126
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	556	188	108	58	35	37	32	26	25	21	3	23
3. Ξενοδοχεία	224	5	5	11	27	55	37	20	30	13	4	17
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	176	5	11	7	24	52	29	14	16	9	5	4
5. Σχολικά κτήρια	73	3	12	18	9	6	4	3	9	6	0	3
6. Καταστήματα - Γραφεία	684	20	82	76	116	98	69	57	78	59	9	20
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	10	0	0	0	2	0	2	0	5	1	0	0
9. Άλλες χρήσεις	3.562	251	483	337	497	648	423	323	261	174	62	103
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	1.762	156	223	203	241	324	227	141	132	91	24	0
1. Κατοικίες	859	116	156	114	98	127	92	58	50	43	5	0
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	33	7	4	2	2	6	7	2	1	2	0	0
3. Ξενοδοχεία	155	0	3	4	22	47	31	12	17	11	8	0

4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	31	1	1	1	3	5	4	8	5	1	2	0
5. Σχολικά κτήρια	5	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	238	6	21	34	39	43	38	23	19	13	2	0
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	4	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	436	25	38	45	76	94	54	38	38	21	7	0
Νομαρχία Αθηνών	356.319	2.130	15.819	67.521	90.133	80.693	30.751	23.826	19.640	17.155	6.507	2.144
A. Αποκλειστική χρήση	290.697	1.923	14.124	58.601	71.572	59.668	24.609	20.268	16.804	15.261	5.895	1.972
1. Κατοικίες	259.908	1.114	11.742	52.874	65.339	54.491	22.210	18.169	14.860	13.660	4.631	818
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	637	86	80	133	130	59	36	27	18	24	14	30
3. Ξενοδοχεία	348	16	36	55	106	94	10	6	3	4	5	13
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	3.906	20	240	898	1.123	789	259	196	163	82	15	121

5. Σχολικά κτήρια	1.728	34	84	220	274	352	192	150	177	160	27	58
6. Καταστήματα - Γραφεία	13.023	309	949	2.166	2.517	2.282	1.140	1.051	1.056	889	227	437
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	418	0	21	45	80	92	48	52	34	24	3	19
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	324	25	33	70	75	45	17	17	20	13	6	3
9. Άλλες χρήσεις	10.405	319	939	2.140	1.928	1.464	697	600	473	405	967	473
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	65.622	207	1.695	8.920	18.561	21.025	6.142	3.558	2.836	1.894	612	172
1. Κατοικίες	56.903	94	1.041	7.104	16.392	19.379	5.442	3.074	2.372	1.558	326	121
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	88	8	8	23	16	19	3	3	3	3	1	1
3. Ξενοδοχεία	39	0	10	8	12	6	1	1	1	0	0	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	809	4	30	141	219	194	90	48	49	19	7	8
5. Σχολικά κτήρια	227	1	19	41	47	53	25	14	9	13	3	2

6. Καταστήματα - Γραφεία	5.537	65	423	1.147	1.456	1.075	443	309	308	230	53	28
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	25	0	2	7	4	2	2	2	2	4	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	41	0	3	5	8	9	3	2	5	5	1	0
9. Άλλες χρήσεις	1.953	35	159	444	407	288	133	105	87	62	221	12
Αστικές Περιοχές	356.319	2.130	15.819	67.521	90.133	80.693	30.751	23.826	19.640	17.155	6.507	2.144
A. Αποκλειστική χρήση	290.697	1.923	14.124	58.601	71.572	59.668	24.609	20.268	16.804	15.261	5.895	1.972
1. Κατοικίες	259.908	1.114	11.742	52.874	65.339	54.491	22.210	18.169	14.860	13.660	4.631	818
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	637	86	80	133	130	59	36	27	18	24	14	30
3. Ξενοδοχεία	348	16	36	55	106	94	10	6	3	4	5	13
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	3.906	20	240	898	1.123	789	259	196	163	82	15	121
5. Σχολικά κτίρια	1.728	34	84	220	274	352	192	150	177	160	27	58
6. Καταστήματα - Γραφεία	13.023	309	949	2.166	2.517	2.282	1.140	1.051	1.056	889	227	437

7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	418	0	21	45	80	92	48	52	34	24	3	19
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	324	25	33	70	75	45	17	17	20	13	6	3
9. Άλλες χρήσεις	10.405	319	939	2.140	1.928	1.464	697	600	473	405	967	473
Β. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	65.622	207	1.695	8.920	18.561	21.025	6.142	3.558	2.836	1.894	612	172
1. Κατοικίες	56.903	94	1.041	7.104	16.392	19.379	5.442	3.074	2.372	1.558	326	121
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	88	8	8	23	16	19	3	3	3	3	1	1
3. Ξενοδοχεία	39	0	10	8	12	6	1	1	1	0	0	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	809	4	30	141	219	194	90	48	49	19	7	8
5. Σχολικά κτήρια	227	1	19	41	47	53	25	14	9	13	3	2
6. Καταστήματα - Γραφεία	5.537	65	423	1.147	1.456	1.075	443	309	308	230	53	28
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	25	0	2	7	4	2	2	2	2	4	0	0

8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	41	0	3	5	8	9	3	2	5	5	1	0
9. Άλλες χρήσεις	1.953	35	159	444	407	288	133	105	87	62	221	12
Νομαρχία Ανατολικής Αττικής	190.484	942	3.159	11.510	26.025	48.633	33.962	26.258	19.920	13.118	5.454	1.503
Α. Αποκλειστική χρήση	182.025	906	3.013	10.839	24.555	46.401	32.687	25.289	19.151	12.532	5.197	1.455
1. Κατοικίες	163.676	643	2.409	9.165	21.704	42.500	30.016	23.183	17.405	11.132	4.598	921
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	871	60	59	96	124	114	105	100	78	61	16	58
3. Ξενοδοχεία	152	1	1	4	48	65	12	2	2	9	4	4
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.895	9	20	94	246	466	338	273	217	159	43	30
5. Σχολικά κτήρια	384	1	10	27	27	65	40	50	70	68	6	20
6. Καταστήματα - Γραφεία	4.070	115	82	326	564	744	568	502	504	464	98	103
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	73	0	6	7	30	5	2	8	10	4	0	1
9. Άλλες χρήσεις	10.904	77	426	1.120	1.812	2.442	1.606	1.171	865	635	432	318

Β. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	8.459	36	146	671	1.470	2.232	1.275	969	769	586	257	48
1. Κατοικίες	4.221	9	29	285	713	1.265	672	501	403	256	62	26
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	104	4	8	11	17	19	16	9	10	8	1	1
3. Ξενοδοχεία	46	0	0	5	12	19	6	1	1	1	0	1
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	347	1	2	16	41	91	78	56	38	18	4	2
5. Σχολικά κτήρια	52	0	0	6	2	15	5	13	4	5	1	1
6. Καταστήματα - Γραφεία	1.832	15	23	172	392	411	249	211	164	146	32	17
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	4	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	11	0	0	0	7	1	0	2	1	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	1.842	7	84	175	286	411	247	175	148	152	157	0
Αστικές Περιοχές	180.061	776	2.832	10.658	24.916	46.644	32.064	24.761	18.734	12.281	4.982	1.413
Α. Αποκλειστική χρήση	172.013	744	2.707	10.036	23.516	44.505	30.851	23.845	17.996	11.714	4.734	1.365

1. Κατοικίες	155.313	520	2.175	8.513	20.873	40.941	28.438	21.954	16.409	10.427	4.192	871
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	716	41	46	77	108	99	91	80	64	48	13	49
3. Ξενοδοχεία	151	1	1	4	48	65	12	2	2	9	3	4
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.807	9	20	91	237	437	321	266	207	155	38	26
5. Σχολικά κτήρια	362	1	8	23	26	62	39	49	65	65	6	18
6. Καταστήματα - Γραφεία	3.827	113	73	308	526	700	544	474	467	428	97	97
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	67	0	6	7	30	5	2	8	5	3	0	1
9. Άλλες χρήσεις	9.770	59	378	1.013	1.668	2.196	1.404	1.012	777	579	385	299
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	8.048	32	125	622	1.400	2.139	1.213	916	738	567	248	48
1. Κατοικίες	4.105	8	27	273	688	1.243	651	484	395	250	60	26
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	90	3	7	11	15	15	13	8	9	7	1	1
3. Ξενοδοχεία	43	0	0	5	10	19	6	0	1	1	0	1

4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	332	1	2	15	40	88	76	51	35	18	4	2
5. Σχολικά κτήρια	50	0	0	5	2	14	5	13	4	5	1	1
6. Καταστήματα - Γραφεία	1.755	15	21	157	381	395	239	198	159	142	31	17
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	4	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	9	0	0	0	6	0	0	2	1	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	1.660	5	68	155	258	365	221	159	134	144	151	0
Αγροτικές Περιοχές	10.423	166	327	852	1.109	1.989	1.898	1.497	1.186	837	472	90
A. Αποκλειστική χρήση	10.012	162	306	803	1.039	1.896	1.836	1.444	1.155	818	463	90
1. Κατοικίες	8.363	123	234	652	831	1.559	1.578	1.229	996	705	406	50
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	155	19	13	19	16	15	14	20	14	13	3	9
3. Ξενοδοχεία	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	88	0	0	3	9	29	17	7	10	4	5	4

5. Σχολικά κτήρια	22	0	2	4	1	3	1	1	5	3	0	2
6. Καταστήματα - Γραφεία	243	2	9	18	38	44	24	28	37	36	1	6
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	6	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0
9. Άλλες χρήσεις	1.134	18	48	107	144	246	202	159	88	56	47	19
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	411	4	21	49	70	93	62	53	31	19	9	0
1. Κατοικίες	116	1	2	12	25	22	21	17	8	6	2	0
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	14	1	1	0	2	4	3	1	1	1	0	0
3. Ξενοδοχεία	3	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	15	0	0	1	1	3	2	5	3	0	0	0
5. Σχολικά κτήρια	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	77	0	2	15	11	16	10	13	5	4	1	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

9. Άλλες χρήσεις	182	2	16	20	28	46	26	16	14	8	6	0
Νομαρχία Δυτικής Αττικής	63.648	434	1.919	5.632	10.403	14.060	9.986	6.776	5.463	7.123	1.596	256
A. Αποκλειστική χρήση	59.933	414	1.833	5.337	9.751	13.150	9.303	6.357	5.133	6.875	1.534	246
1. Κατοικίες	50.703	266	1.515	4.215	8.009	11.286	8.076	5.429	4.257	6.092	1.415	143
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	276	45	17	31	33	40	28	28	15	26	4	9
3. Ξενοδοχεία	45	0	0	3	34	2	2	1	1	1	0	1
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.216	0	9	92	218	276	224	166	139	65	14	13
5. Σχολικά κτήρια	197	3	2	14	14	29	29	27	26	43	6	4
6. Καταστήματα - Γραφεία	1.841	18	53	168	281	362	243	194	223	246	34	19
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	11	0	0	0	0	1	3	1	2	4	0	0
9. Άλλες χρήσεις	5.644	82	237	814	1.162	1.154	698	511	470	398	61	57
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	3.715	20	86	295	652	910	683	419	330	248	62	10
1. Κατοικίες	1.843	5	30	87	300	524	392	218	149	104	30	4

2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	41	4	3	2	3	10	6	6	4	2	1	0
3. Ξενοδοχεία	27	0	1	2	4	12	2	1	1	3	1	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	145	0	1	8	13	25	37	34	9	16	1	1
5. Σχολικά κτήρια	18	0	0	2	1	6	4	1	2	2	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	966	1	12	100	189	201	154	106	109	80	10	4
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	9	0	0	0	4	0	2	1	2	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	666	10	39	94	138	132	86	52	54	41	19	1
Αστικές Περιοχές	59.232	379	1.753	5.323	9.970	13.137	8.863	5.963	5.110	6.997	1.514	223
A. Αποκλειστική χρήση	55.656	360	1.671	5.044	9.331	12.272	8.216	5.554	4.789	6.754	1.452	213
1. Κατοικίες	46.727	226	1.372	3.955	7.628	10.457	7.032	4.667	3.943	5.988	1.338	121
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	240	35	15	29	29	35	25	25	12	23	4	8
3. Ξενοδοχεία	38	0	0	3	32	1	1	0	1	0	0	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.214	0	9	92	218	275	224	166	139	64	14	13

5. Σχολικά κτήρια	195	1	2	14	14	29	29	27	26	43	6	4
6. Καταστήματα - Γραφεία	1.785	17	48	164	273	357	233	187	214	243	32	17
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	11	0	0	0	0	1	3	1	2	4	0	0
9. Άλλες χρήσεις	5.446	81	225	787	1.137	1.117	669	481	452	389	58	50
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	3.576	19	82	279	639	865	647	409	321	243	62	10
1. Κατοικίες	1.812	5	28	85	296	509	387	217	147	104	30	4
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	34	4	3	2	3	9	2	5	4	1	1	0
3. Ξενοδοχεία	5	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	143	0	1	8	13	25	35	34	9	16	1	1
5. Σχολικά κτήρια	17	0	0	1	1	6	4	1	2	2	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	923	1	12	93	187	190	137	103	107	79	10	4

7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	9	0	0	0	4	0	2	1	2	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	633	9	38	89	134	126	80	48	50	39	19	1
Αγροτικές Περιοχές	4.416	55	166	309	433	923	1.123	813	353	126	82	33
A. Αποκλειστική χρήση	4.277	54	162	293	420	878	1.087	803	344	121	82	33
1. Κατοικίες	3.976	40	143	260	381	829	1.044	762	314	104	77	22
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	36	10	2	2	4	5	3	3	3	3	0	1
3. Ξενοδοχεία	7	0	0	0	2	1	1	1	0	1	0	1
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5. Σχολικά κτήρια	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	56	1	5	4	8	5	10	7	9	3	2	2
9. Άλλες χρήσεις	198	1	12	27	25	37	29	30	18	9	3	7
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	139	1	4	16	13	45	36	10	9	5	0	0
1. Κατοικίες	31	0	2	2	4	15	5	1	2	0	0	0

2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	7	0	0	0	0	1	4	1	0	1	0	0
3. Ξενοδοχεία	22	0	1	1	3	12	2	1	1	1	0	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
5. Σχολικά κτήρια	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	43	0	0	7	2	11	17	3	2	1	0	0
9. Άλλες χρήσεις	33	1	1	5	4	6	6	4	4	2	0	0
Νομαρχία Πειραιώς	144.277	4.174	12.723	23.236	34.594	36.236	13.289	7.433	5.767	4.138	1.998	689
Α. Αποκλειστική χρήση	127.851	3.880	11.909	21.021	30.307	31.431	11.506	6.545	5.093	3.667	1.836	656
1. Κατοικίες	112.443	3.008	9.880	18.374	27.171	28.755	10.351	5.656	4.234	3.070	1.588	356
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	1.003	278	248	131	90	70	53	33	38	25	6	31
3. Ξενοδοχεία	454	7	20	36	69	97	64	63	53	19	5	21
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.651	48	274	413	441	248	68	62	45	34	6	12
5. Σχολικά κτήρια	449	13	27	55	80	91	49	41	50	31	6	6

6. Καταστήματα - Γραφεία	4.843	164	623	938	1.055	780	349	270	306	227	59	72
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	47	0	2	24	7	6	4	1	0	1	0	2
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	75	1	5	9	15	13	15	8	4	1	4	0
9. Άλλες χρήσεις	6.886	361	830	1.041	1.379	1.371	553	411	363	259	162	156
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	16.426	294	814	2.215	4.287	4.805	1.783	888	674	471	162	33
1. Κατοικίες	13.510	172	550	1.747	3.590	4.234	1.493	725	513	355	107	24
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	90	17	18	10	18	13	6	4	0	3	0	1
3. Ξενοδοχεία	240	3	5	18	37	66	49	20	22	11	8	1
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	206	2	16	38	60	39	17	9	13	9	3	0
5. Σχολικά κτήρια	54	3	3	10	11	12	5	0	5	4	0	1
6. Καταστήματα - Γραφεία	1.512	47	143	272	405	278	132	77	76	60	18	4

7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	6	0	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	15	1	1	5	0	1	2	3	1	0	1	0
9. Άλλες χρήσεις	793	49	77	113	165	161	79	50	43	29	25	2
Αστικές Περιοχές	127.984	2.655	9.785	21.542	32.294	33.453	11.453	6.445	4.724	3.317	1.800	516
A. Αποκλειστική χρήση	112.770	2.512	9.169	19.465	28.165	28.834	9.799	5.635	4.142	2.913	1.653	483
1. Κατοικίες	100.697	2.059	7.750	17.141	25.492	26.668	8.939	4.933	3.518	2.469	1.426	302
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	638	119	155	94	75	53	38	30	30	20	6	18
3. Ξενοδοχεία	238	2	15	25	44	43	28	44	23	7	2	5
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	1.565	43	263	409	426	226	56	55	39	30	6	12
5. Σχολικά κτήρια	400	12	17	41	72	88	46	39	46	28	6	5
6. Καταστήματα - Γραφεία	4.458	147	555	884	985	731	314	248	274	207	53	60
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	47	0	2	24	7	6	4	1	0	1	0	2

8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	71	1	5	9	13	13	13	8	4	1	4	0
9. Άλλες χρήσεις	4.656	129	407	838	1.051	1.006	361	277	208	150	150	79
Β. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	15.214	143	616	2.077	4.129	4.619	1.654	810	582	404	147	33
1. Κατοικίες	12.798	57	398	1.647	3.521	4.144	1.427	685	473	318	104	24
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	78	11	15	8	18	12	6	4	0	3	0	1
3. Ξενοδοχεία	110	3	3	15	20	31	20	10	6	1	0	1
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	192	1	15	38	58	37	17	6	11	8	1	0
5. Σχολικά κτήρια	52	2	3	9	11	12	5	0	5	4	0	1
6. Καταστήματα - Γραφεία	1.394	41	124	260	379	262	121	70	64	52	17	4
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	5	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	13	1	1	5	0	1	1	3	0	0	1	0

9. Άλλες χρήσεις	572	27	56	93	121	119	57	32	23	18	24	2
Αγροτικές Περιοχές	16.293	1.519	2.938	1.694	2.300	2.783	1.836	988	1.043	821	198	173
A. Αποκλειστική χρήση	15.081	1.368	2.740	1.556	2.142	2.597	1.707	910	951	754	183	173
1. Κατοικίες	11.746	949	2.130	1.233	1.679	2.087	1.412	723	716	601	162	54
2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	365	159	93	37	15	17	15	3	8	5	0	13
3. Ξενοδοχεία	216	5	5	11	25	54	36	19	30	12	3	16
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	86	5	11	4	15	22	12	7	6	4	0	0
5. Σχολικά κτίρια	49	1	10	14	8	3	3	2	4	3	0	1
6. Καταστήματα - Γραφεία	385	17	68	54	70	49	35	22	32	20	6	12
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	4	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	2.230	232	423	203	328	365	192	134	155	109	12	77
B. Μικτή χρήση (Βάσει της κύριας χρήσης)	1.212	151	198	138	158	186	129	78	92	67	15	0
1. Κατοικίες	712	115	152	100	69	90	66	40	40	37	3	0

2. Εκκλησίες - Μοναστήρια	12	6	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
3. Ξενοδοχεία	130	0	2	3	17	35	29	10	16	10	8	0
4. Εργοστάσια - Εργαστήρια	14	1	1	0	2	2	0	3	2	1	2	0
5. Σχολικά κτήρια	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Καταστήματα - Γραφεία	118	6	19	12	26	16	11	7	12	8	1	0
7. Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
9. Άλλες χρήσεις	221	22	21	20	44	42	22	18	20	11	1	0

Παράρτημα Β: Σχήματα

Νομαρχία Δυτικής Αττικής



Νομαρχία Ανατολικής Αττικής



Νομαρχία Πειραιώς Α΄



Νομαρχία Πειραιώς Β'



Νομαρχία Αθηνών

