



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Σύγκριση μεθόδων πρόβλεψης καταναλώσεων και εκτίμηση διείσδυσης
του Φυσικού Αερίου σε αστική περιοχή.

Comparison study of forecasting methods and assessment of penetration
of Natural Gas in an urban area.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μάρκος Παναγιώτης
Αριθμός Μητρώου: 46147318

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ. Αντώνιος Γ. Νάζος

ΑΘΗΝΑ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΘΕΜΑ: Σύγκριση μεθόδων πρόβλεψης καταναλώσεων και εκτίμηση διείσδυσης του Φυσικού Αερίου σε αστική περιοχή.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από τη παρούσα Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	Όνοματεπώνυμο	Υπογραφή
1	ΝΑΖΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	
2	ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	
3	ΜΑΪΤΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Μάρκος Παναγιώτης του Ηλία με αριθμό μητρώου 46147318, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών, του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολο τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Copyright © - 6/3/ 2023

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 στον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθούν ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.



Περίληψη

Το φυσικό αέριο αποτελεί την καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες πηγές, με την τιμή πώλησης του να είναι χαμηλότερη από αυτήν του πετρελαίου. Η εισαγωγή του στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας, επηρεάζει ολοένα και περισσότερους κλάδους της οικονομικής και της κοινωνικής ζωής, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητο να προβλεφθεί η κατανάλωση φυσικού αερίου σε μια περιοχή, ώστε οι εταιρείες διανομής να μπορούν να δημιουργήσουν το απαιτούμενο δίκτυο μεταφοράς και διανομής. Στην παρούσα εργασία θα μελετηθούν μέθοδοι πρόβλεψης των καταναλώσεων αιχμής σε μια αστική περιοχή. Αρχικά, γίνεται αναφορά στο φυσικό αέριο και παρουσίαση των ιδιοτήτων του, της προέλευσης του, του τρόπου μεταφοράς και διανομής του στην Ελλάδα, αλλά και του νομοθετικού πλαισίου που το διέπει. Στη συνέχεια, γίνεται αναλυτική και λεπτομερής παρουσίαση των μεθοδολογιών πρόβλεψης της κατανάλωσης αιχμής. Επίσης, παρουσιάζεται η περιοχή στην οποία θα γίνει η μελέτη με τα δεδομένα του πληθυσμού και νοικοκυριών να προέρχονται από την ΕΛΣΤΑΤ. Έπειτα, βάσει των μεθοδολογιών και των δεδομένων πραγματοποιείται υπολογισμός της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής, που αποτελεί βασικό στοιχείο για τον σχεδιασμό και διαστασιολόγηση του δικτύου μεταφοράς και διανομής της περιοχής. Τέλος, πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν και παρουσίαση των πλεονεκτημάτων της εκάστοτε μεθόδου.

Λέξεις κλειδιά: φυσικό αέριο, υγροποιημένο φυσικό αέριο, διείσδυση φυσικού αερίου, μεταφορά φυσικού αερίου, διανομή φυσικού αερίου, ωριαία κατανάλωση αιχμής



Abstract

Natural gas is the cleanest source of primary energy, after the renewable sources, with a selling price lower than that of oil. Its introduction into the energy balance of Greece affects more and more sectors of economic and social life, as a result to make it necessary to forecast the consumption of natural gas in a region so that distribution companies can create the required transmission and distribution network. In this paper, the methods of forecasting peak consumption will be studied in an urban area. Firstly, natural gas is mentioned and its properties, its origin, the way of its transportation and distribution in Greece, as well as the legislative framework governing it are being presented. Then, is given a detailed and examined presentation of the methodologies of forecasting peak consumption. The region in which the study will be carried out is also presented, with the population and household data which are coming from ELSTAT. Then, based on the methodologies and data, a calculation of the hourly peak consumption is carried out, which is a basic key element for the planning and sizing of the transmission and distribution network in the area. Finally, the results are obtained and compared as well as the advantages of each method are presented.

Keywords: natural gas, liquefied natural gas, natural gas penetration, natural gas transmission, natural gas distribution, peak hourly consumption



Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου εργασία θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω:

- Τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Νάζο Αντώνιο για την στήριξή του, την βοήθεια του και για τις γνώσεις που συνέβαλε να αποκτήσω κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.
- Τους γονείς μου και την αδερφή μου για τη στήριξη, την αγάπη και το κίνητρο, που μου προσέφεραν καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.
- Την κοπέλα μου Χρύσα για την αγάπη και τη βοήθεια, αλλά και την συνεχή παρουσία της δίπλα μου κατά την διάρκεια της διπλωματικής μου.



Περιεχόμενα

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ii
Περίληψη.....	iv
Abstract	v
Ευχαριστίες.....	vi
Κατάλογος Πινάκων	ix
Κατάλογος Σχημάτων	xi
Κατάλογος Εικόνων	xii
Πίνακας Συντομογραφιών.....	xiii
Εισαγωγή	1
1ο Κεφάλαιο: Θεωρητικό Υπόβαθρο	3
1.1 Φυσικό Αέριο	3
1.1.1 Κατηγοριοποίηση Φ.Α.....	4
1.1.2 Ιδιότητες Φ. Α.....	5
1.1.3 Αποθέματα – Πόροι – Εξόρυξη	5
1.2 Η Ιστορία του Φυσικού Αερίου	7
1.3 Ελλάδα και Φυσικό Αέριο	8
1.3.1 Δίκτυα Μεταφοράς Φ.Α.	10
1.3.2 Δίκτυα Διανομής Φ.Α.	12
1.4 Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα	12
2ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογική Προσέγγιση	14
2.1 Πρόβλεψη Κατανάλωσης Φυσικού Αερίου σε μια Περιοχή.....	14
2.1.1 Προσεγγιστική Μέθοδος Πρόβλεψης Κατανάλωσης Αιχμής	17
2.1.2 Εκτίμηση της κατανάλωσης αερίου βάσει των χρησιμοποιούμενων συσκευών ..	21
2.2 Γενικευμένη Μεθοδολογία Εκτίμησης Κατανάλωσης με Βάση τις Ενεργειακές Ανάγκες μιας Περιοχής.....	25
2.2.1 Ενεργειακή Ζήτηση της περιοχής.....	26
2.2.2 Πρόβλεψη καταναλωτικών αναγκών Φ.Α. για Μαγείρεμα και Ζεστό Νερό στον οικιακό τομέα.....	27
2.2.3 Εκτίμηση κατανάλωσης στον τομέα της θέρμανσης	30
2.2.4 Εμπορική – Βιομηχανική Χρήση.....	35
2.2.5 Συνολικές εκτιμήσεις κατανάλωσης της περιοχής.....	35
2.2.6 Ανάλυση των καταναλώσεων αερίου - καμπύλες κατανάλωσης.....	36



2.3 Μεθοδολογία Πρόβλεψης Καταναλώσεων Βάσει Στατιστικών Στοιχείων	41
2.3.1 Εκτίμηση Αναγκών του Φυσικού Αερίου	42
2.3.2 Αλγόριθμος και χαρακτηριστικά του συστήματος υπολογισμού πρόβλεψης καταναλώσεων	42
2.4 Πρόβλεψη Πωλήσεων Φυσικού Αερίου με Αναπτυξιακές Παραμέτρους και Τιμολόγηση Αυτού	43
2.4.1 Οικονομικό μοντέλο για την εκτίμηση της αύξησης των πωλήσεων αερίου... ..	44
2.4.2 Η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου	46
2.4.3 Η πολιτική τιμολόγησης του φυσικού αερίου σε μια προηγμένη ενεργειακή αγορά.....	48
3 ^ο Κεφάλαιο: Περιοχή Μελέτης.....	53
3.1 Γεωγραφική Θέση	53
3.2 Το κλίμα της Αττικής.....	53
3.3 Χαρακτηριστικά ευρύτερης περιοχής του Αιγάλεω.....	54
3.3.1 Γεωγραφικά Χαρακτηριστικά.....	54
3.3.2 Κλιματολογικές Συνθήκες.....	55
3.3.3 Δημογραφικά Χαρακτηριστικά.....	57
3.4 Χαρακτηριστικά υπό μελέτης περιοχής στο Αιγάλεω.....	59
3.4.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά	59
3.4.2 Δημογραφικά Στοιχεία	60
4 ^ο Κεφάλαιο: Πρόβλεψη Κατανάλωσης Φυσικού Αερίου	62
4.1 Μέθοδος 1: Προσεγγιστική Μέθοδος Πρόβλεψης Κατανάλωσης Αιχμής	62
4.2 Μέθοδος 2: Γενικευμένη Μεθοδολογία Εκτίμησης Κατανάλωσης με Βάση τις Ενεργειακές Ανάγκες μιας Περιοχής.....	65
5 ^ο Κεφάλαιο: Ανάλυση και Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	71
Βιβλιογραφικές Αναφορές	73



Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Ρυπογόνες εκπομπές ανά μονάδα εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου σε mg/MJ σε σύγκριση με άλλα καύσιμα [3].....	4
Πίνακας 2. Χρονική περίοδος ισχύος του σχεδιασμού καταναλώσεων.....	14
Πίνακας 3. Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου στις κατοικίες σε κανονικά κυβικά μέτρα ανά νοικοκυριό και έτος και μέση ετήσια κατανάλωση στον επαγγελματικό κλάδο ανά έτος και άτομο.....	18
Πίνακας 4. Αριθμός ημερών χρήσης ανά έτος για τις διάφορες ομάδες καταναλωτών, συνολικά σε μια περιοχής διανομής φυσικού αερίου.	18
Πίνακας 5. Προσεγγιστικές τιμές σύνδεσης συσκευών σε m ³ /h για την 1 ^η και 2 ^η οικογένεια αερίων (το φυσικό αέριο ανήκει στη 2 ^η), Cerbe.....	23
Πίνακας 6. Τιμές σύνδεσης συσκευών αερίου βάσει των προδιαγραφών του Ελληνικού Τεχνικού Κανονισμού ΚΕΕΦΑ 1 bar (2004).	24
Πίνακας 7. Συντελεστές ταυτόχρονης λειτουργίας ανοιγμένοι στις συσκευές f_{TII} σύμφωνα με τον Τεχνικό Κανονισμό ΚΕΕΦΑ 1 bar (2004). Ο κάθε συντελεστής ταυτοχρονισμού f_{TBX} για συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ή βιοτεχνία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης (λέβητες αερίου με $P_n > 30$ kW) είναι απαραίτητο να προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες χρήσης. Σε περιπτώσεις αμφιβολίας λαμβάνεται $f_{TBX} = 1,0$	25
Πίνακας 8. Συντελεστές φόρτισης L_6 για μαγείρεμα και ζεστό νερό σε χρονική περίοδο διμήνου (στοιχεία ΕΣΥΕ 1988/89 για Αθήνα).....	29
Πίνακας 9. Συντελεστές φόρτισης L_h για μαγείρεμα και ζεστό νερό με αέριο πόλης σε ωριαία χρονική περίοδο (στοιχεία ΕΣΥΕ 1988/89 για Αθήνα).....	29
Πίνακας 10. Συντελεστές φόρτισης L_h για θέρμανση, ανά ώρα, σύμφωνα με τη ΔΕΦΑ (σήμερα ΕΠΑ Αττικής).	31
Πίνακας 11. Συντελεστές φόρτισης L_m για θέρμανση, ανά μήνα, σύμφωνα με τη ΔΕΦΑ (σήμερα ΕΠΑ Αττικής).	31
Πίνακας 12. Τιμές κατανάλωσης φυσικού αερίου για θέρμανση, ανά ημέρα και ανά ώρα, όπως αυτές δίνονται από τη ΔΕΦΑ.....	33
Πίνακας 13. Προσδιορισμός της συνολικής κατανάλωσης αιχμής βάσει της οποίας θα πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός του δικτύου, από την άθροιση των εκάστοτε καταναλώσεων.....	36
Πίνακας 14. Ολοκληρωμένο σύστημα τιμολόγησης και συμβολαιοποίησης φυσικού αερίου στη Γερμανία (όπου το 1981 το 1 DEM = 100 DPF και το 1 ευρώ = 1,956 DEM).....	51
Πίνακας 15. Δημοσιευμένα Στατιστικά από την ΕΛΣΤΑΤ για το Πληθυσμό και τα Νοικοκυριά [20].	57
Πίνακας 16. Ποσοστό αύξησης Πληθυσμού και Νοικοκυριών.....	58
Πίνακας 17. Δημοσιευμένα στοιχεία για το Πληθυσμό και τα Νοικοκυριά καθώς και πρόβλεψη του Πληθυσμού για το 2031 και των Νοικοκυριών για τις χρονολογίες 2021 και 2031.....	58
Πίνακας 18. Αριθμός Πληθυσμού και Νοικοκυριών της υπό μελέτης περιοχής για το έτος 2011, καθώς και οι προβλέψεις για τα έτη 2021 και 2031.....	60
Πίνακας 19. Κατηγορίες και πλήθος εμπορικών επιχειρήσεων τη περιοχής μελέτης (Πηγή: Προσωπική Καταμέτρηση 05/2023)	60
Πίνακας 20. Κατηγορίες εμπορικών επιχειρήσεων	61
Πίνακας 21. Ιδεατές Ημέρες Χρήσης ανά κατηγορία και τομέα χρήσης.....	64



*Παναγιώτης Μάρκος, Σύγκριση Μεθόδων Πρόβλεψης Καταναλώσεων
και Εκτίμηση Διείσδυσης του Φυσικού Αερίου σε Αστική Περιοχή*

Πίνακας 22. Συσχετισμός Οικιακής με Εμπορική κατανάλωση Φ.Α. βάσει στοιχείων από την ΕΔΑ Αττικής για το 1 ^ο τετράμηνο του 2023.....	68
Πίνακας 23. Μηνιαία μεταβολή ενεργών χρηστών Φ.Α. στην Αττική βάσει στοιχείων της ΕΔΑ Αττικής και υπολογισθέν ποσοστό αύξησης.....	70
Πίνακας 24. Ποσοστό Αύξησης των Ενεργών Χρηστών Φυσικού Αερίου έως το 2031.....	70



Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Η Χημική Σύσταση του Φυσικού Αερίου [7].	5
Σχήμα 2. Προέλευση φυσικού αερίου της ΔΕΠΑ [3].	10
Σχήμα 3. Γράφημα συντελεστή κατανάλωσης ανά κατηγορία καταναλωτών.	16
Σχήμα 4. Τυπική διακύμανση της κατανάλωσης φυσικού αερίου ανά ημέρα, σε κανονικά κυβικά μέτρα την ώρα.	19
Σχήμα 5. Τυπική διακύμανση της κατανάλωσης αερίου ανά έτος, σε κανονικά κυβικά μέτρα την ημέρα με βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα την αύξηση της κατανάλωσης το χειμώνα και τη μείωση το καλοκαίρι.	20
Σχήμα 6. Η επίδραση της εξωτερικής θερμοκρασίας στην κατανάλωση αερίου (ευθείες παλινδρόμησης από τη στατιστική επεξεργασία καταγεγραμμένων στοιχείων κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του έτους με παράλληλη καταγραφή της θερμοκρασίας).	33
Σχήμα 7. Εκτίμηση της εξάρτησης της εξωτερικής θερμοκρασίας στην κατανάλωση αερίου για θέρμανση.	34
Σχήμα 8. Διακύμανση της κατανάλωσης αερίου στο δίκτυο χαμηλής πίεσης Αθηνών ανά ημέρα για τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο του έτους 1985. Η πτώση που παρατηρείται τέσσερις φορές το μήνα συμπίπτει με τα Σαββατοκύριακα.	39
Σχήμα 9. Διακύμανση της κατανάλωσης αερίου στο δίκτυο χαμηλής πίεσης, ανά ημέρα για το μήνα Σεπτέμβριο των ετών 1985-1986.	39
Σχήμα 10. Τυπικές καμπύλες διακύμανσης της κατανάλωσης φυσικού αερίου, σε ωριαία χρονική περίοδο, στο δίκτυο χαμηλής πίεσης των Αθηνών για το χρονικό εύρος κατά το οποίο δεν επιβαρύνεται από τη θέρμανση το έτος 1986 (με ανάλυση Fourier).	40
Σχήμα 11. Τυπικές καμπύλες διακύμανσης της κατανάλωσης φυσικού αερίου, ανά ώρα, στο δίκτυο χαμηλής πίεσης των Αθηνών, κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους 1986.	41
Σχήμα 12. Γράφημα ζήτησης φυσικού αερίου ανά οικιακό καταναλωτή συναρτήσει της τιμής του σε δραχμές (όπου το 1999, 340,75 δραχμές = 1 ευρώ).	46
Σχήμα 13. Συσχέτιση της τιμής του φυσικού αερίου και του πάγιου τέλους με ην ετήσια κατανάλωση κάθε καταναλωτή (συνθήκες γερμανικής αγοράς το 1981 ισχύει ότι 1 DEM = 100 DPF και 1 ευρώ = 1,956 DEM).	50
Σχήμα 14. Σχέση μεταξύ της τιμής μονάδας και της συνολικής ετήσιας τιμής φυσικού αερίου στη Γερμανία (Λογαριθμική αναπαράσταση του Σχήματος 13).	50
Σχήμα 15. Τιμολόγηση του φυσικού αερίου στον οικιακό και βιομηχανικό τομέα για τη χρονική περίοδο από το 1990 έως το 1996 για τις χώρες Γερμανία (Αμβούργο), Γαλλία (Παρίσι), Ιταλία (Νάπολη) και Ισπανία (Βαλένθια) (1 ECU = 1 ευρώ).	52



Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Παρουσίαση των χωρών με τη μεγαλύτερη παραγωγή αερίου, όπου με καφέ χρώμα φαίνονται οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή και αμέσως μετά ακολουθούν αυτές με το κόκκινο χρώμα. [8].	6
Εικόνα 2. Παροχή φυσικού αερίου ανά τομέα κατανάλωσης σύμφωνα με τη ΔΕΠΑ [3].	9
Εικόνα 3. Εθνικό Σύστημα Αγωγών Φυσικού Αερίου [12].	11
Εικόνα 4. Διαδικασία πρόβλεψης της ενεργειακής ζήτησης και της κατανάλωσης αιχμής σε μια περιοχή.	26
Εικόνα 5. Γεωγραφική θέση της Αττικής [17].	53
Εικόνα 6. Ετήσιο μετεωρολογικό χρονολόγιο Αθηνών και κεντρικού λεκανοπεδίου της Αττικής [16].	54
Εικόνα 7. Ελάχιστη, μέση και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία [19].	55
Εικόνα 8. Μέση μηνιαία Υγρασία [19].	56
Εικόνα 9. Μέση μηνιαία Βροχόπτωση [19].	56
Εικόνα 10. Μέση μηνιαία ένταση και διεύθυνση ανέμων [19].	57
Εικόνα 11. Περιοχή μελέτης στο Αιγάλεω [17].	59
Εικόνα 12. Γραφική αναπαράσταση της υπολογισθείσας ωριαίας κατανάλωσης αιχμής για τη Μέθοδο 1 και 2.	72

Πίνακας Συντομογραφιών

CO ₂	Διοξείδιο του Άνθρακα
SO ₂	Διοξείδιο του Θείου
NO _x	Οξείδια του Αζώτου
CH ₄	Μεθάνιο
C ₂ H ₆	Αιθαίνιο
C ₃ H ₈	Προπάνιο
C ₄ H ₁₀	Βουτάνιο
N ₂	Άζωτο
H ₂	Υδρογόνο
H ₂ S	Υδρόθειο
ΥΦΑ (LNG)	Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (Liquefied Natural Gas)
ΣΦΑ (CNG)	Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο (Compressed Natural Gas)
ΔΟΕ (IEA)	Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency)
ΔΕΦΑ	Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου
ΕΛΔΑ	Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου
ΔΕΠ	Δημοσίας Επιχείρησης Πετρελαίου
ΔΕΠΑ	Δημόσια Επιχείρηση Αερίου
ΕΠΑ	Εταιρεία Παροχής Αερίου
ΕΔΑ	Εταιρεία Διανομής Αερίου
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΔΕΣΦΑ	Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου
ΕΣΦΑ	Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου
ΑΣΦΑ	Ανεξάρτητο Σύστημα Φυσικού Αερίου
ΤΑΙΠΕΔ	Ταμείο Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας του Δημοσίου
ΕΛΠΕ	Ελληνικά Πετρέλαια
ΔΕΔΑ	Δημόσια Επιχείρηση Δικτύων Διανομής Αερίου
ΤΕΕ	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος
ΚΕΕΦΑ	Κανονισμό Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΣΥΕ	Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος
AGA	American Gas Association
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΕΜΥ	Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία



Εισαγωγή

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος «Μηχανολόγων Μηχανικών» της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής με αντικείμενο την πρόβλεψη της κατανάλωσης φυσικού αερίου σε μια αστική περιοχή καθώς και την εκτίμηση της διείσδυσής του. Το φυσικό αέριο στην εποχή μας αποτελεί μία από τις καθαρότερες πηγές ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες, διότι η καύση του παράγει πολύ λιγότερους ρύπους από ότι τα συμβατικά καύσιμα. Αυτό σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν αποτελεί παράγωγο άλλου καυσίμου αφού εμφανίζεται φυσικά μέσα στη Γη, το κάνουν μια ιδιαίτερος προσιτή πηγή ενέργειας. Επιπλέον, το φυσικό αέριο παρουσιάζει ευρεία χρήση σε διάφορους τομείς, όπως τον οικιακό, τον εμπορικό – επαγγελματικό και τον βιομηχανικό, με τον βασικότερο να είναι ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της υψηλής θερμογόνου δύναμής του, με αποτέλεσμα πλέον να παρατηρείται μια συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση. Σε αντίθεση με τα άλλα καύσιμα, ο κύριος τρόπος μεταφοράς του φυσικού αερίου από το σημείο εξόρυξης στα σημεία κατανάλωσης είναι μέσω δικτύου αγωγών (σε αέρια κατάσταση), που έχουν αναπτυχθεί ανάμεσα στις καταναλώτριες και προμηθεύτριες χώρες. Ακόμη η μεταφορά του γίνεται με ειδικά δεξαμενόπλοια, όπου στη περίπτωση αυτή το φυσικό αέριο βρίσκεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης σε υγρή μορφή.

Τα πρώτα στοιχεία για την ύπαρξη φυσικού αερίου στη Γη χρονολογούνται μεταξύ του 6000 με 2000 π.Χ. στην περιοχή της Περσίας. Η ολοένα και αυξανόμενη διάδοση και αξιοποίηση του φυσικού αερίου παγκοσμίως οδήγησε στο σημείο το 1960 η παγκόσμια παραγωγή να ανέρχεται στα 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, και σχεδόν 20 χρόνια αργότερα το 1979 η τιμή αυτή να έχει φτάσει τα 1459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ενώ σήμερα βάσει των πιο πρόσφατων εκτιμήσεων του Διεθνή Οργανισμού Ενέργειας το 2030 το φυσικό αέριο θα καλύπτει το 25% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Στη χώρα μας πρόδρομος του φυσικού αερίου αποτέλεσε το φωταέριο από το 1939 έως το 1984, χρονική στιγμή που αντικαταστάθηκε από το ναφθαέριο, μέχρι το 1997, το οποίο παραγόταν στα Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου. Από τότε έως σήμερα η αξιοποίηση του φυσικού αερίου στη χώρα μας παρουσιάζει σταδιακή εξέλιξη, αφού το δίκτυο μεταφοράς του επεκτείνεται συνεχώς και κατά συνέπεια προσφέρεται η δυνατότητα σε ολοένα και περισσότερους καταναλωτές η χρήση φυσικού αερίου.

Η μελέτη αυτή έχει σκοπό την σύγκριση μεθόδων πρόβλεψης κατανάλωσης φυσικού αερίου μιας αστικής περιοχής καθώς και η εκτίμηση της διείσδυσής του. Για την εκπόνηση της μελέτης επιλέχθηκε αστική περιοχή που δεν έχει δίκτυο φυσικού αερίου, και αφού συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα για τον πληθυσμό, τα νοικοκυριά και τις εμπορικές επιχειρήσεις από την Ελληνική Στατιστική Αρχή χρησιμοποιήθηκαν μεθοδολογίες, ώστε να προβλεφθεί η κατανάλωση φυσικού αερίου στη περιοχή αυτή για το έτος στόχο, που στη παρούσα μελέτη είναι το 2031.



Επίσης, αφού λήφθηκαν υπόψη στοιχεία για την μεταβολή του πληθυσμού αλλά και της ρυμοτομίας της περιοχής, κατέστη εφικτή η πρόβλεψη της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής. Απώτερος στόχος τη μελέτης είναι ένας μελλοντικός μελετητής ανάλογα με την περίπτωση να μπορεί να επιλέξει την πιο κατάλληλη μέθοδο με τη βοήθεια των παραδειγμάτων εφαρμογών που παρουσιάζονται.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο γίνεται μια γενική εισαγωγή στο φυσικό αέριο με στοιχεία για τα χαρακτηριστικά του και την αξιοποίηση του παγκοσμίως αλλά και στη χώρα μας. Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναλυτική και εκτενής περιγραφή των μεθόδων πρόβλεψης της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής για μια περιοχή. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η επιλεγείσα περιοχή μελέτης, αναφέροντας γεωγραφικά, δημογραφικά καθώς και κλιματολογικά στοιχεία. Ακόμη αναφέρονται όλες οι προβλέψεις για την μεταβολή του πληθυσμού και των νοικοκυριών έως το έτος στόχο. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτικός υπολογισμός με τις προαναφερθείσες μεθόδους της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων και αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν. Επιπλέον, στο τέλος της εργασίας, αναφέρονται οι βιβλιογραφικές πηγές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

1ο Κεφάλαιο: Θεωρητικό Υπόβαθρο

1.1 Φυσικό Αέριο

Μετά τις ανανεώσιμες ενέργειες το φυσικό αέριο αποτελεί την καθαρότερη μορφή πρωτογενούς ενέργειας. Η καύση του συγκριτικά με την καύση άλλων καυσίμων έχει μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον, διότι οι παραγόμενες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα είναι μικρότερες για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Το μέγεθος των ρύπων που εκπέμπονται είναι αισθητά χαμηλότερα σε σχέση με τους ρύπους της καύσης των συμβατικών καυσίμων, ενώ η αύξηση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και ταυτόχρονα περιορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Κατά τον ορισμό του φυσικού αερίου, είναι χρήσιμο να διευκρινιστεί ο όρος "φυσικό", ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως για να δείξει ότι το φυσικό αέριο εμφανίζεται φυσικά στη Γη, αντί να συντίθεται στο εργαστήριο ή κατά λάθος να δημιουργείται κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής μεταφοράς αερίου πετρελαίου [1].

Το φυσικό αέριο έχει ποικίλες χρήσεις, με την βασικότερη να είναι στον τομέα της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, που πλέον παρουσιάζεται αύξηση της ζήτησής του, λόγω της υψηλής του ενεργειακής απόδοσης κατά την καύση, καθώς και των περιβαλλοντικών του πλεονεκτημάτων. Επιπλέον, χρησιμοποιείται τόσο στο βιομηχανικό τομέα, όσο και στην παραγωγή υδρογόνου, υφασμάτων, γυαλιού, πλαστικών, ατσαλιού, ειδών χρωματισμού και άλλων προϊόντων. Ακόμα, χρησιμοποιείται για οικιακή χρήση (θέρμανση, ζεστό νερό χρήσης και μαγείρεμα) αλλά και ως καύσιμο οχημάτων (οικολογικά οχήματα).

Είναι γεγονός ότι το φυσικό αέριο έχει αρκετά πλεονεκτήματα συγκριτικά με τα συμβατικά υγρά καύσιμα. Αυτό οφείλεται στη χημική του σύσταση, από την οποία απουσιάζουν οι επιβλαβείς προσμίξεις, με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνονται ορισμένα τμήματα των εγκαταστάσεων και των συσκευών (όπως καυστήρες και θάλαμοι καύσης) και συνακόλουθα είναι εφικτό ο βαθμός απόδοσης να διατηρείται σταθερός για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Επιπρόσθετα, λόγω του γεγονότος ότι βασικό παράγωγο της καύσης του είναι κυρίως το νερό (σε μορφή υδρατμών), είναι εφικτή η ευκολότερη αξιοποίηση της λανθάνουσας θερμότητας των καυσαερίων (συμπύκνωση), και κατά συνέπεια η αύξηση, πάνω από 20 %, της αξιοποιήσιμης θερμότητας που λαμβάνεται από συγκεκριμένη ποσότητα καυσίμου, γεγονός που αποτελεί σημαντική θετική παράμετρο για τον τελικό καταναλωτή, διότι η εγκατάσταση του καλύπτει τις ανάγκες της με λιγότερο καύσιμο. Επιπλέον τα προϊόντα της καύσης του φυσικού αερίου συγκριτικά με τα συμβατικά καύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον, διότι παράγονται χαμηλότερες εκπομπές CO₂, μη εκπομπή τέφρας ή άλλων ιπτάμενων σωματιδίων, ενώ ταυτόχρονα το διοξείδιο του θείου (SO₂) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x) είναι σχετικά περιορισμένα [2].

Τύπος καυσίμου	Σωματίδια	Οξειδία του Αζώτου	Διοξείδιο του Θείου	Μονοξείδιο του Άνθρακα	Υδρογονάνθρακες
Κάρβουνο	1.092	387	2.450	13	2
Μαζούτ	96	170	1.400	14	3
Ντίζελ	6	100	220	16	3
Φ.Α.	4	100	0,3	17	1

Πίνακας 1. Ρυπογόνες εκπομπές ανά μονάδα εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου σε mg/MJ σε σύγκριση με άλλα καύσιμα [3].

1.1.1 Κατηγοριοποίηση Φ.Α.

Οι τρεις μορφές που το φυσικό αέριο μπορεί να εμπορευτεί και να διανεμηθεί είναι:

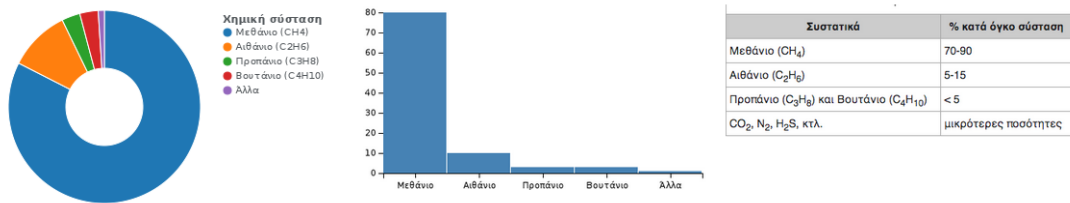
Ξηρό Φυσικό Αέριο: Είναι αυτό που έχει χαμηλή υγρασία και πληροί τους περιορισμούς σχετικά με τη σύνθεσή του, όπως υγρασία μικρότερη από 60%, απουσία ελεύθερου υδρατμού και άλλων προσμίξεων.

Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (Liquefied Natural Gas – LNG): Είναι το αέριο το οποίο βρίσκεται σε υγρή μορφή με θερμοκρασία $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ και πίεση 1 atm, για λόγους εύκολης και ασφαλούς αποθήκευσης, αλλά και μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις. Το ΥΦΑ είναι άχρωμο, άοσμο, μη τοξικό και μη διαβρωτικό. Στη κατάσταση αυτή το φυσικό αέριο καταλαμβάνει 600 φορές μικρότερο όγκο από το αέριο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η σύστασή του διαφέρει από αυτήν του ξηρού φυσικού αερίου, διότι υφίσταται επεξεργασία πριν την υγροποίηση του με σκοπό να του αφαιρεθούν προσμίξεις, όπως το άζωτο, το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό, η σκόνη, καθώς και διάφορες ενώσεις του θείου, για να αποφευχθεί η πιθανότητα δημιουργίας ανεπιθύμητων στερεών κατά την διαδικασία της ψύξης. Η μεταφορά του στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης γίνεται με ειδικά σχεδιασμένα δεξαμενόπλοια μέσα σε ειδικές κρυογενικές δεξαμενές. Εν κατακλείδι, η επαναεριοποίηση του ΥΦΑ λαμβάνει χώρα σε ειδικές εγκαταστάσεις, πριν την εισαγωγή του στο δίκτυο διανομής και η πυκνότητά του είναι ίση περίπου με 0,4 - 0,5 kg/L [4].

Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο (Compressed Natural Gas – CNG). Το ΣΦΑ ή αλλιώς CNG, όταν αποτελείται από σημαντικές προσμίξεις άλλων αέριων υδρογονανθράκων μπορεί να συμπιεστεί μέχρι τα 124 bar, ενώ όταν αποτελείται μόνο από καθαρό μεθάνιο τη τιμή της πίεσης που μπορεί να δεχθεί ανέρχεται στα 248 bar. Σε αυτή τη κατάσταση το αέριο καταλαμβάνει 100 φορές μικρότερο όγκο, από το φυσικό αέριο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (πίεση 1 atm), και με αποτέλεσμα να είναι ευκολότερη η μεταφορά και η αποθήκευση του με δοχεία. Με το αέριο σε αυτή τη μορφή διευκολύνεται η μεταφορά του σε μικρές αποστάσεις και παρέχεται η ευκολία ανάπτυξης με εγκαταστάσεις και υποδομές χαμηλότερων απαιτήσεων από το LNG [4, 5].

1.1.2 Ιδιότητες Φ. Α.

Το φυσικό αέριο (natural gas) αποτελεί ένα αέριο μίγμα κορεσμένων υδρογονανθράκων, το οποίο περιέχει ένα μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα. Το βασικό συστατικό του το οποίο εντοπίζεται στη χημική σύσταση του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο (CH_4), ωστόσο παρατηρούνται και ποσότητες αιθανίου (C_2H_6), προπανίου (C_3H_8) και βουτανίου (C_4H_{10}), καθώς επίσης και διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), αζώτου (N_2), υδρογόνου (H_2), ηλίου (He) και υδρόθειου (H_2S). Το φυσικό αέριο διακρίνεται σε δύο είδη. Το ξηρό φυσικό αέριο στη σύσταση του δεν περιλαμβάνει υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, ενώ το υγρό φυσικό αέριο περιλαμβάνει κι άλλους υδρογονάνθρακες πλην του μεθανίου.



Σχήμα 1. Η Χημική Σύσταση του Φυσικού Αερίου [7].

Το φυσικό αέριο, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του, είναι άοσμο, άορατο, άχρωμο και κατηγοριοποιείται στη δεύτερη οικογένεια των αερίων καυσίμων. Επίσης έχει ειδικό βάρος $0,59 \text{ g/cm}^3$ και είναι πιο ελαφρύ από τον αέρα. Επιπλέον η καύση του προκαλεί λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον σε σύγκριση με τη καύση του πετρελαίου [7].

1.1.3 Αποθέματα – Πόροι – Εξόρυξη

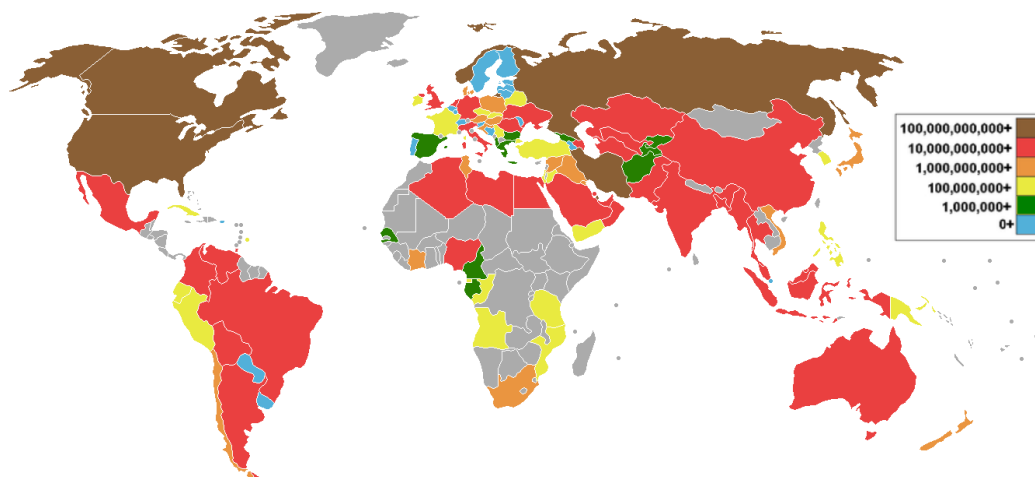
Το φυσικό αέριο αποτελεί καύσιμο, που εντοπίζεται υπό συνθήκες υψηλής πίεσης, ενώ ο σχηματισμός το είναι παρόμοιος με αυτόν του πετρελαίου. Ωστόσο η μεταφορά του προς τους καταναλωτές, διότι τα κοιτάσματα βρίσκονται συνήθως μακριά από τις περιοχές κατανάλωσης, με αγωγούς υπο υψηλή πίεση, αν είναι σε αέρια κατάσταση, ή με πλοία, αν είναι σε υγρή κατάσταση και γίνεται χωρίς να χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία, όπως συμβαίνει στη περίπτωση του πετρελαίου.

Μέσω των μεγάλων αγωγών υψηλής πίεσης, όπου το φυσικό αέριο είναι σε αέρια κατάσταση, επιτυγχάνεται η μεταφορά του αερίου σε μεγάλες αποστάσεις ακόμα και χιλιάδων χιλιομέτρων. Για παράδειγμα το δίκτυο αγωγών που εκτείνεται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Επιπλέον, στην Αφρική, τη Μέση Ανατολή, την Αλάσκα και αλλού υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα φυσικού αερίου, και στις περιπτώσεις αυτές, η μεταφορά του γίνεται με ειδικά με δεξαμενόπλοια (Υγραεριοφόρα πλοία - LNG Carrier), τα οποία το μεταφέρουν σε

υγρή κατάσταση. Η θερμοκρασία υγροποίησης του φυσικού αερίου είναι $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ βαθμοί και πλέον το ειδικό βάρος είναι περίπου $0,55\text{ g/cm}^3$.

Παγκοσμίως τα αποθέματα του φυσικού αερίου έχει υπολογιστεί ότι ανέρχονται σε $187,3\text{ Tm}^3$, με τη γεωγραφική τους κατανομή να είναι σχετικά περιορισμένη, διότι η Ρωσία, το Ιράν και το Κατάρ κατέχουν το 26%, το 15% και το 14% αντίστοιχα των παγκόσμιων αποθεμάτων, που συνολικά το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί στο 55%. Το υπόλοιπο 45% κατανέμεται στην Ασία, το Μεξικό και τις υπόλοιπες χώρες της Λατινικής Αμερικής, του Καναδά, τις Η.Π.Α., της Αυστραλίας, της Ινδονησία, της Σαουδικής Αραβίας, του Ιράκ, των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, της Αλγερίας, της Ευρώπης, της Λιβύης, της Νιγηρίας, και της Αφρικής [2].

Η γεωγραφική κατανομή της παραγωγής του φυσικού αερίου παρουσιάζει διαφορές από την αντίστοιχη του πετρελαίου, διότι, για παράδειγμα, η Μέση Ανατολή παρά το γεγονός ότι κατέχει το 1/3 της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου η παραγωγή της σε φυσικό αέριο ανέρχεται μόλις στο 10%. Σήμερα περίπου το 26% του παραγόμενου φυσικού αερίου προέρχεται από υποθαλάσσια κοιτάσματα, και σύμφωνα με εκτιμήσεις στο μέλλον θα αυξηθεί η παραγωγή φυσικού αερίου σε ολόκληρο τον κόσμο, έκτος από τις χώρες της Ευρώπης, της οποίας τα διαθέσιμα κοιτάσματα πλησιάζουν στην εξάντλησή τους. Βάσει εκτιμήσεων του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) - International Energy Agency (I.E.A.), το φυσικό αέριο το έτος 2030 θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών, και μέχρι τότε η αύξηση της ζήτησής του παγκοσμίως θα είναι της τάξεως του 2,1 % ανά έτος [2].



Εικόνα 1. Παρουσίαση των χωρών με τη μεγαλύτερη παραγωγή αερίου, όπου με καφέ χρώμα φαίνονται οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή και αμέσως μετά ακολουθούν αυτές με το κόκκινο χρώμα. [8].

1.2 Η Ιστορία του Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο αποτελεί καύσιμο που έχει γίνει γνωστό από την αρχαιότητα, αφού υπάρχουν σαφή δείγματα ότι λόγω κεραυνών και αστραπών ξεσπούσαν φωτιές σε κάποια σημεία του εδάφους, που πιθανόν υπήρχε διαρροή φυσικού αερίου.

Τα πρώτα στοιχεία που αποτελούν ένδειξη της ύπαρξης φυσικού αερίου, προέρχονται από την περιοχή της Περσίας και καταγράφηκαν μεταξύ του 6000 π.Χ. και του 2000 π.Χ.. Ο Κινέζικος πολιτισμός ήταν από τους πρώτους που έκαναν χρήση του φυσικού αερίου, από το 900 π.Χ., χρησιμοποιώντας το για να βράζουν το θαλασσινό νερό, ώστε να το κάνουν πόσιμο διαχωρίζοντας το αλάτι. Η μεταφορά του αερίου γινόταν μέσω αγωγών κατασκευασμένων από μπαμπού, ενώ η συλλογή του γινόταν με συστήματα που έστηναν στα σημεία που παρατηρούσαν έκλυση φυσικού αερίου [9].

Στην Ευρώπη το φυσικό αέριο ανακαλύφθηκε το 1659 στην Αγγλία με τις προαναφερθείσες επιτεύξεις να είναι άγνωστες έως τότε. Αντίθετα στην Αμερική εντυπωσιακό είναι το γεγονός ότι η πόλη Fredonia, το 1821, φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα η αποκλειστική χρήση του φυσικού αερίου ήταν ως πηγή φωτός, διότι δεν υπήρχε η απαιτούμενη υποδομή αγωγών για να καταστεί εφικτή η μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις, αλλά η χρήση του για φωτισμό εγκαταλείφθηκε με την έλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον το φυσικό αέριο δεν αξιοποιήθηκε κατά την βιομηχανική εξέλιξη για περίπου έναν αιώνα, λόγω της αδυναμίας μεταφοράς του και έτσι η βιομηχανία βασίστηκε στο πετρέλαιο, στον άνθρακα και τον ηλεκτρισμό [9].

Ο Robert Bunsen το 1885 εφηύρε τον λύχνο Bunsen, που είναι γνωστός μέχρι σήμερα. Ο λύχνος Bunsen ήταν μια συσκευή στην οποία γινόταν ανάμειξη του φυσικού αερίου με αέρα σε σωστές αναλογίες, με αποτέλεσμα η δημιουργία μιας φλόγας, που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για το μαγείρεμα και για θέρμανση, με την εφεύρεση αυτή να αποτελεί το έναυσμα για δημιουργία νέων ευκαιριών στη χρήση του φυσικού αερίου στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής αλλά και σε όλο τον κόσμο. Η μέθοδος μεταφοράς του φυσικού αερίου αναπτύχθηκε το 1920 ενώ με το πέρας του Β' Παγκοσμίου Πολέμου ακολούθησε εκρηκτική αύξηση στην κατανάλωση που συνεχίζεται έως και σήμερα [9].

Το 1960 παγκοσμίως η παραγωγή φυσικού αερίου ανερχόταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ενώ το 1979 είχε φτάσει στα 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που άγγιξε το 14,6% το 1960 και το 25% το 1980. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ) εκτιμά ότι μετά το 2010 η κατανάλωση φυσικού αερίου θα ξεπεράσει την κατανάλωση άνθρακα και περί το 2030 το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών θα καλύπτονται από φυσικό αέριο [3].

Στην Ελλάδα πρόδρομος του φυσικού αερίου ήταν το Φωταέριο, το οποίο διατέθηκε στην αγορά το 1857, από την Γαλλική εταιρεία Φωταερίου, που περιήλθε στο Δήμο Αθηναίων το 1939. Η προμήθεια των καταναλωτών με φωταέριο, από τη

Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου (ΔΕΦΑ) διήρκησε μέχρι το 1984, όπου και ολοκληρώθηκε η σύνδεση με τα Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου (ΕΛ.Δ.Α.) με αποτέλεσμα να αρχίσει η τροφοδοσία του δικτύου της ΔΕΦΑ με ναφθαέριο, που χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1997, και προερχόταν από σχάση νάφθας, η οποία εμπλουτιζόταν με LPG. Η νάφθα είναι κλάσμα πετρελαίου ελαφρότερο της κηροζίνης και χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο προϊόν για την παραγωγή βενζινών και ως πρώτη ύλη στην πετροχημική βιομηχανία.

Στην Ελλάδα η πρώτη προμελέτη για το φυσικό αέριο έγινε το 1983, υπό την αιγίδα της τότε Δημοσίας Επιχείρησης Πετρελαίου (ΔΕΠ) και η πρώτη διακρατική συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Ρωσίας για την προμήθεια φυσικού αερίου υπογράφηκε το 1987, με αντίστοιχη συμφωνία να γίνεται μεταξύ Ελλάδας και Αλγερίας για την προμήθεια υγροποιημένου φυσικού αερίου το 1988. Η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) ιδρύθηκε το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους, ως θυγατρική εταιρεία της Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου, ενώ το Δεκέμβριο του 1997 ενσωμάτωσε στο δυναμικό της και το δίκτυο της ΔΕΦΑ [1].

Η πρώτη συμφωνία κατασκευής του αγωγού, μήκους 512 km, μεταφοράς του φυσικού αερίου, υπογράφηκε το 1990, ο οποίος θα εκτεινόταν από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα έως την Αττική, με τα έργα να εκκινούν το 1992 για την κατασκευή του κεντρικού αγωγού του Εθνικού συστήματος. Επίσης η λειτουργία του σταθμού Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) στη νήσο Ρεβυθούσα ξεκίνησε το 2000 και τρία χρόνια αργότερα (2003) υπογράφηκε η πρώτη διακρατική συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Τουρκίας για τον εφοδιασμό της χώρας μας με φυσικό αέριο, με τον αγωγό να τίθεται σε λειτουργία το 2007.

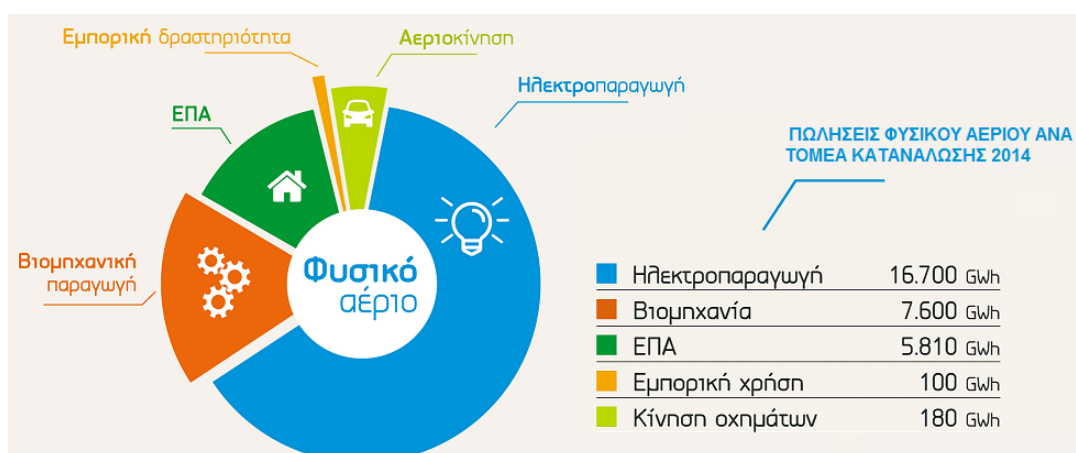
Το 2005 ψηφίζεται από το Ελληνικό Κοινοβούλιο ο νόμος 3428/2005 περί απελευθέρωσης της αγοράς φυσικού αερίου. Το 2011 ψηφίστηκε ο νόμος 4001/2011 που αφορά τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για έρευνα, παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς υδρογονανθράκων, ενώ το 2015 ψηφίζεται ο νόμος 4336/2015, ο οποίος υποχρέωνε το διαχωρισμό των Εταιριών Παροχής Αερίου σε κλάδους Προμήθειας και Διανομής. Τέλος το 2018 απελευθερώθηκε ολοκληρωτικά η αγορά φυσικού αερίου και πλέον ο εκάστοτε καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τον προμηθευτή της αρεσκείας του, αποσκοπώντας στην αύξηση του ανταγωνισμού, με τους καταναλωτές να επωφελούνται από καλύτερες υπηρεσίες και καλύτερες τιμές [9].

1.3 Ελλάδα και Φυσικό Αέριο

Στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας ήρθε να προστεθεί το φυσικό αέριο μόλις το 1997, ενώ αρκετά χρόνια νωρίτερα είχαν ξεκινήσει οι προσπάθειες ενσωμάτωσής του. Η διείσδυσή του συνδέεται άρρηκτα με την επιλογή της Ε.Ε. να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο-γέφυρα για τη μετάβαση από τις κατ' εξοχήν βλαπτικές για το περιβάλλον πηγές ενέργειας (λιγνίτης, πετρέλαιο) στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, σε συνάρτηση με την ικανοποίηση των διεθνών δεσμεύσεων της Ελλάδας, όπως διατυπώνονται στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Στη προσπάθεια της χώρας για τον

εκσυγχρονισμό της βιομηχανίας ενέργειας σημαντικό ρόλο έπαιξε η δημιουργία του συστήματος μεταφοράς φυσικού αερίου υψηλής πίεσης καθώς και οι εγκαταστάσεις του τερματικού σταθμού Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου – ΥΦΑ.

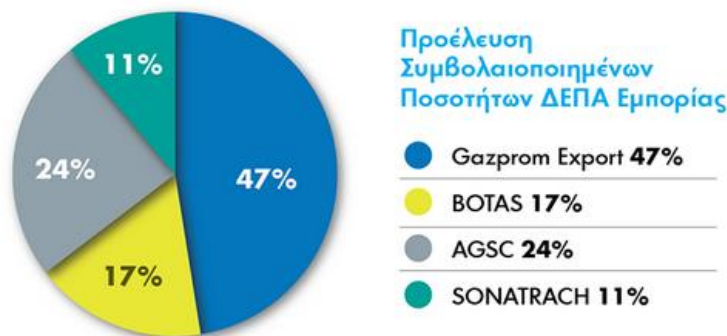
Το φυσικό αέριο στην Ελλάδα χρησιμοποιείται, κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ενέργειας και συγκεκριμένα στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, μέσω των μονάδων συμπαραγωγής, στη βιομηχανία, και σε μικρότερο βαθμό στον οικιακό τομέα, ενώ σήμερα πλέον αξιοποιείται και ως καύσιμο κίνησης οχημάτων [10].



Εικόνα 2. Παροχή φυσικού αερίου ανά τομέα κατανάλωσης σύμφωνα με τη ΔΕΠΑ [3].

Η παραγωγή της χώρας κάθε χρόνο είναι ολοένα και χαμηλότερη με το 2021 σύμφωνα με International Energy Agency (IEA), η παραγωγή φυσικού αερίου να ανέρχεται μόλις στα 189,0 TJ-gross (Terajoules on a gross calorific value), με αποτέλεσμα να εξαρτάται απολύτως από τις εισαγωγές φυσικού αερίου [11].

Οι ανάγκες αυτές καλύπτονται κατά κύριο λόγο από τη Ρωσική Gazprom σε ποσοστό 47% (με συμβόλαιο έως το 2026), την Αλγερινή Sonatrach, η οποία προμηθεύει την Ελλάδα με ΥΦΑ σε ποσοστό 11% έχοντας ένα συμβόλαιο συνεργασίας έως το 2021 και την Τουρκική Botas με ποσοστό 17%. Επιπλέον από το 2021, η ΔΕΠΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ έχει συνάψει συμφωνία προμήθειας φυσικού αερίου και με την εταιρεία AGSC, σε ποσοστό 24%, στο σημείο διασύνδεσης του διαμετακομιστικού αγωγού TAP και ΕΣΜΦΑ Νέα Μεσημβρία [10].



Σχήμα 2. Προέλευση φυσικού αερίου της ΔΕΠΑ [3].

1.3.1 Δίκτυα Μεταφοράς Φ.Α.

Από τον Ιανουάριο του 2018 η αγορά του φυσικού αερίου της Ελλάδας έχει απελευθερωθεί πλήρως, και προς το παρόν η αλυσίδα τροφοδοσίας του φυσικού αερίου αποτελείται από τέσσερα διακριτά στάδια. Στα τρία από αυτά (Εισαγωγή, Διανομή, Προμήθεια) λαμβάνει μέρος ένας σημαντικός αριθμός εμπλεκόμενων εταιριών, ενώ για το στάδιο της μεταφορά δεν ισχύει το ίδιο. Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) λειτουργεί ως ανεξάρτητη διοικητική αρχή και έχει την ευθύνη για την εποπτεία της συγκεκριμένης αγοράς, και πιο συγκεκριμένα της ρύθμισης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στην Ελλάδα, σύμφωνα με όσα προβλέπει η Οδηγία 2009/75 της Ευρωπαϊκής Ένωσης [9].

Η Ελλάδα διαθέτει τρία σημεία από τα οποία γίνεται η εισαγωγή φυσικού αερίου. Το ένα είναι στο Σιδηρόκαστρο του Ν. Σερρών στα ελληνοβουλγαρικά σύνορα, το δεύτερο στους Κήπους του Ν. Έβρου στα σύνορα Ελλάδας - Τουρκίας και το τρίτο η Αγία Τριάδα που βρίσκεται απέναντι από το νησί Ρεβυθούσα. Η εισαγωγή του φυσικού αερίου από την Ρωσία γίνεται μέσω του χερσαίου αγωγού υψηλής πίεσης (70 bar), εφόσον υπάρχει συμβόλαιο μεταξύ της ΔΕΠΑ και της ρωσικής εταιρείας Gazprom. Επιπλέον, μέσω συμβολαίου μεταξύ της ΔΕΠΑ και της τούρκικης εταιρείας BOTAS εισάγεται φυσικό αέριο με χερσαίο αγωγό υψηλής πίεσης (70 bar) από την Τουρκία. Αντιθέτως, η εισαγωγή Αλγερινού φυσικού αερίου γίνεται με δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή, λόγω συμβολαίου της ΔΕΠΑ με την Αλγερινή εταιρεία Sonatrach [5].

Ο ΔΕΣΦΑ (Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου Α.Ε.) είναι διαχειριστής του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου, (φαίνεται στην παρακάτω εικόνα), και αποτελείται από:

- Το δίκτυο μεταφοράς του φυσικού αερίου.
- Τον τερματικό σταθμό αποθήκευσης του υγροποιημένου Αλγερινού φυσικού αερίου (LNG) στη Ρεβυθούσα, όπου επαναεριοποιείται και ενσωματώνεται στο δίκτυο μεταφοράς.



Εικόνα 3. Εθνικό Σύστημα Αγωγών Φυσικού Αερίου [12].

Σύμφωνα με τον νόμο 4001/2011 (ΦΕΚ Α' 179/22.08.2011) το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου περιλαμβάνει:

- ❖ Τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς αερίου πίεσης 70 bar, ο οποίος εκτείνεται από τα σύνορα Ελλάδας – Βουλγαρίας (Προμαχώνας) έως την Αττική με το συνολικό του μήκος να ανέρχεται στα 512 km.
- ❖ Τους κλάδους μεταφοράς φυσικού αερίου συνολικού μήκους 953,2 km, υψηλής πίεσης σχεδιασμού 70 bar, οι οποίοι τροφοδοτούν με φυσικό αέριο περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας, της Θράκης, της Θεσσαλονίκης, του Πλατέος, του Βόλου, των Τρικάλων, των Οινόφυτων, των Αντικύρων, του Αλιβερίου, της Κορίνθου, της Μεγαλόπολης, της Θίσβης και της Αττικής.



- ❖ Τους Μετρητικούς Σταθμούς Συνόρων Σιδηροκάστρου Σερρών και Κήπων Έβρου.
- ❖ Τον Σταθμό Συμπίεσης στη Νέα Μεσημβρία Θεσσαλονίκης.
- ❖ Τους Μετρητικούς και Ρυθμιστικούς Σταθμούς φυσικού αερίου.
- ❖ Τα Κέντρα Ελέγχου και Κατανομής φορτίου.
- ❖ Τα Κέντρα Λειτουργίας και Συντήρησης του Μετρητικού Σταθμού Συνόρων, Σιδηροκάστρου, Ανατολικής Ελλάδος, Βορείου Ελλάδος, Κεντρικής Ελλάδος και Νοτίου Ελλάδος.
- ❖ Το σύστημα Τηλεέγχου και Τηλεπικοινωνιών.
- ❖ Εγκατάσταση υγροποιημένου φυσικού αερίου στη νήσο Ρεβυθούσα [12].

1.3.2 Δίκτυα Διανομής Φ.Α.

Ως «Διανομή του φυσικού αερίου, σύμφωνα με τον νόμο 4001/2011 (ΦΕΚ Α' 179/22.08.2011) ορίζεται η διοχέτευση και παροχέτευση του αερίου μέσω αγωγών πίεσης σχεδιασμού μέχρι και 19 bar». Επιπλέον σύμφωνα με την ίδια νομοθεσία το «Δίκτυο Διανομής αποτελείται από τους αγωγούς, τις εγκαταστάσεις αποσυμπίεσης και μετρήσεων καθώς και τον εξοπλισμό ελέγχου και συντήρησης που προορίζονται για διανομή ή που απαιτούνται για τη διοχέτευση του φυσικού αερίου από το Σύστημα Μεταφοράς προς τις εγκαταστάσεις των καταναλωτών» [14].

Τα Δίκτυα Διανομής διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τα δίκτυα μέσης πίεσης και τα δίκτυα χαμηλής πίεσης. Τα δίκτυα μέσης πίεσης αποτελούνται από το σύνολο των δικτύων που εκκινούν από τους Σταθμούς Εισόδου στις πόλεις, όπου πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων διατάξεων πτώση πίεσης από τα 70 bar στα 19 bar, πίεση που αποτελεί τη μέγιστη επιτρεπτή για το αέριο με την οποία μπορεί να εισέλθει μέσα σε κατοικημένες ή βιομηχανικές περιοχές. Στη συνέχεια, προκειμένου το φυσικό αέριο να διανεμηθεί σε στενούς δρόμους και πυκνοκατοικημένες περιοχές, υποβιβάζεται από την πίεση των 19 bar στα 4 bar (δίκτυα χαμηλής πίεσης) στους σταθμούς μείωσης πίεσης [5].

1.4 Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Το φυσικό αέριο στην Ελλάδα ρυθμίζεται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), που ιδρύθηκε το 1999, και όπως προσδιορίζεται από τον νόμο 4001 ΦΕΚ Α 179/22.8.2011 είναι υπεύθυνη για όλο το φάσμα της αγοράς φυσικού αερίου της χώρας. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνει την ασφάλεια εφοδιασμού, τη χορήγηση αδειών, την ανάπτυξη υποδομών και τη παρακολούθηση προγράμματος ανάπτυξης, τα τιμολόγια μη ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων, την εξαίρεση από υποχρεώσεις παροχής πρόσβασης τρίτων και της υποχρέωσης για Ιδιοκτησιακό Διαχωρισμό, τη



Διαχείριση Κλειστών Δικτύων Διανομής, το Διαχωρισμό των Διαχειριστών και την Εποπτεία επί των Ανεξάρτητων Διαχειριστών Μεταφοράς, τη Πιστοποίηση Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς και Δικτύων Διανομής Φυσικού Αερίου, καθώς και την προστασία των Καταναλωτών [13, 14].

Αρμόδιος φορέας για την προμήθεια και τη διανομή φυσικού αερίου στην Ελλάδα αποτελεί η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ). Ο φορέας συστάθηκε τον Σεπτέμβριο του 1988, με σκοπό την εισαγωγή του φυσικού αερίου στην ελληνική επικράτεια. Το μετοχικό κεφάλαιο της ΔΕΠΑ αποτελείται κατά 65% από το ΤΑΙΠΕΔ (Ταμείο Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας του Δημοσίου) και κατά 35% στα ΕΛΠΕ (Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε.).

Η ΔΕΠΑ διαθέτει τα αποκλειστικά δικαιώματα για αγορά, εισαγωγή, εξαγωγή, μεταφορά, αποθήκευση, επεξεργασία και προσθήκη οσμηρών ουσιών, πώληση, διανομή και γενικά εμπορίας του φυσικού αερίου. Επιπλέον, είναι η αρμόδια εταιρεία για την προμήθεια αερίου μονάδων ηλεκτροπαραγωγής καθώς και μεγάλων καταναλωτών από το χώρο της βιομηχανίας, στις υφιστάμενες Εταιρείες Παροχής Αερίου (ΕΠΑ), στα πρατήρια της αεριοκίνησης, καθώς και σε περιοχές στις οποίες δεν έχουν συσταθεί Εταιρείες Παροχής Αερίου. θυγατρικές εταιρείες της ΔΕΠΑ αποτελούν οι παρακάτω: Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής Α.Ε., Εταιρεία Διανομής Αερίου Θεσσαλονίκης, Δημόσια Επιχείρηση Δικτύων Διανομής Αερίου (ΔΕΔΑ Α.Ε.), Ανώνυμη Εταιρεία Φυσικό Αέριο Ελληνική Εταιρεία Ενέργειας [5].

Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ).

Στις 30 Μαρτίου του 2007 ιδρύθηκε ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ), ως θυγατρική της ΔΕΠΑ, βάσει του Ν. 3428/2005, και είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία, τη διαχείριση και την ανάπτυξη του εθνικού δικτύου μεταφοράς φυσικού αερίου (αγωγοί με πίεση σχεδιασμού μεγαλύτερη των 19 bar), καθώς και τον τερματικό σταθμό της Υδροποιημένου Φυσικού Αερίου στη Ρεβυθούσας, διότι η ΔΕΠΑ της μεταβίβασε το κλάδο του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ). Ο ΔΕΣΦΑ πλέον έχει το αποκλειστικό δικαίωμα λειτουργίας, διαχείρισης, εκμετάλλευσης και ανάπτυξης του ΕΣΦΑ στο οποίο είναι ο κύριος μέτοχος, ύστερα από την μεταβίβαση του ΕΣΦΑ στον ΔΕΣΦΑ από τη ΔΕΠΑ.

Ανεξάρτητο Σύστημα Φυσικού Αερίου (ΑΣΦΑ).

Δημιουργήθηκε σύμφωνα με τον νόμο 3428/2005, και δεν εντάσσεται στον ΕΣΦΑ (Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου) και κατά συνέπεια δεν τελεί υπό την διοίκηση της ΔΕΠΑ. Σύμφωνα με το νόμο 3428/2005 «Δικαίωμα κατασκευής και κυριότητας ή σε περίπτωση Υπόγειας Εγκατάστασης Αποθήκευσης, δικαίωμα χρήσης των ΑΣΦΑ έχουν οι κάτοχοι Άδειας ΑΣΦΑ». Η ΡΑΕ αποτελεί την αρμόδια αρχή για τη χορήγηση άδειας ΑΣΦΑ και δύναται να χορηγηθεί μόνο σε νομικά πρόσωπα, όταν όμως αφορά συστήματα μεταφοράς αερίου, τότε δίνεται μόνο σε επιχειρήσεις που εμπίπτουν στο άρθρο 1 της Οδηγίας 2009/101/ΕΚ [9].

2^ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογική Προσέγγιση

2.1 Πρόβλεψη Κατανάλωσης Φυσικού Αερίου σε μια Περιοχή

Σε ένα νέο δίκτυο η εκτίμηση της κατανάλωσης προαπαιτεί τον ποσοτικό καθορισμό τριών βασικών παραγόντων:

- Του χρονικού ορίζοντα σχεδιασμού.
- Της βασικής γεωγραφικής περιοχής (συνήθως Δήμος ή Κοινότητα).
- Της κατηγορίας και του είδους των καταναλωτών.

Ο χρονικός ορίζοντας σχεδιασμού αποτελεί πού σημαντική παράμετρο για την πρόβλεψη της κατανάλωσης. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1, για σχεδιασμό βραχυπρόθεσμων στόχων (1 έως 2 χρόνια), απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στην εκτίμηση των καταναλώσεων, ενώ για μακροπρόθεσμους στόχους (5 έως 10 χρόνια), οι προβλέψεις δεν μπορούν να είναι τόσο ακριβείς.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΕ ΕΤΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΗ	1 - 2	Μεγάλη ακρίβεια σχεδιασμού
ΜΕΣΟΠΡΟΘΕΣΜΗ	2 - 5	Λαμβάνει υπόψη την οικοδομική δραστηριότητα στον τομέα των νοικοκυριών (οικιστική ανάπτυξη) και τον δημόσιο τομέα καθώς και τους χώρους (περιοχές) εγκατάστασης βιοτεχνίας και βιομηχανίας
ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΗ	5 - 10	Αποτελεί βάση για αποφάσεις σχεδιασμού, προμήθειας μεγάλων ποσοτήτων και επενδύσεων της εταιρίας μεταφοράς και προμήθειας φυσικού αερίου (προς τις εταιρίες διανομής).

Πίνακας 2. Χρονική περίοδος ισχύος του σχεδιασμού καταναλώσεων.

Επιπλέον, η δημιουργία ομάδων μεταξύ των καταναλωτών, βάσει της ποσότητας του αερίου που καταναλώνουν, είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό στοιχείο για την πρόβλεψη της κατανάλωσης φυσικού αερίου. Κάθε κατηγορία καταναλωτών έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά κατανάλωσης και παραγωγής, που επηρεάζουν τη ζήτηση για φυσικό αέριο. Συνεπώς, η ομαδοποίηση αυτή μπορεί να βοηθήσει στην ακριβή πρόβλεψη της κατανάλωσης και στη σχεδίαση καλύτερων στρατηγικών διαχείρισης του δικτύου φυσικού αερίου.

Από την ομαδοποίηση μεταξύ των καταναλωτών φυσικού αερίου προκύπτουν οι κάτωθι κατηγορίες:

- a. Βιοτεχνικοί και βιομηχανικοί καταναλωτές, που έχουν μεγάλες καταναλώσεις, οι οποίες εξαρτώνται από το είδος και την ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων, τον τρόπο και την ποσότητα παραγωγής, τις ανάγκες προσωπικού κ.λπ.
- b. Καταναλωτές αερίου για δημόσια κτίρια και υπηρεσίες, όπως νοσοκομεία, σχολεία, γραφεία κ.λπ., όπου οι καταναλώσεις τους είναι ανάλογες με το πρόγραμμα λειτουργίας, το μέγεθος των μονάδων και άλλα χαρακτηριστικά.
- c. Επαγγελματικοί καταναλωτές, δηλαδή κατανάλωση αερίου για επαγγελματική χρήση, όπως αρτοποιεία, πλυντήρια κ.λπ., με χρήση αερίου ανάλογα με τις εφαρμογές στην άσκηση του επαγγέλματος.
- d. Οικιακοί καταναλωτές, όπου το νοικοκυριό, δηλαδή η στατιστικά μέση οικογένεια του εξεταζόμενου τύπου, αποτελεί τη βασική μονάδα κατανάλωσης.

Οι καταναλωτές των δύο πρώτων κατηγοριών ονομάζονται “σημειακοί ή επώνυμοι καταναλωτές ή καταναλωτές με ταυτότητα”, ενώ αυτοί των άλλων δύο κατηγοριών (οικιακοί και μικροί εμπορικοί) αποτελούν τους “κατανεμημένους καταναλωτές”.

Η εκτίμηση της ζήτησης για τις πρώτες δύο κατηγορίες καταναλωτών (a. και b.) είναι σχετικά απλή, καθώς γνωρίζουμε τον αριθμό των μονάδων στην εκάστοτε γεωγραφική περιοχή και την κατανάλωση ενέργειας και τον χρόνο λειτουργίας των συσκευών ή μηχανημάτων. Προσθέτοντας τις καταναλώσεις του συνόλου των συσκευών, και αφού μετατραπούν σε ενέργεια και στη συνέχεια σε ποσότητα αερίου σε Nm^3/h , είναι εφικτός ο υπολογισμός της μέγιστης ζήτησης για αυτήν την εγκατάσταση.

Αντίθετα, η εκτίμηση της κατανάλωσης για τις δύο τελευταίες κατηγορίες (c. και d.) είναι πιο δύσκολη, διότι δεν έχουμε πληροφορίες για τη δυναμικότητα, το πλήθος και τον χρόνο λειτουργίας των χρησιμοποιούμενων συσκευών και δεν ξέρουμε ποιο είδος ενέργειας χρησιμοποιείται και σε τι ποσοστό διεισδύει το αέριο. Επίσης, η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση χώρων σχετίζεται άμεσα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

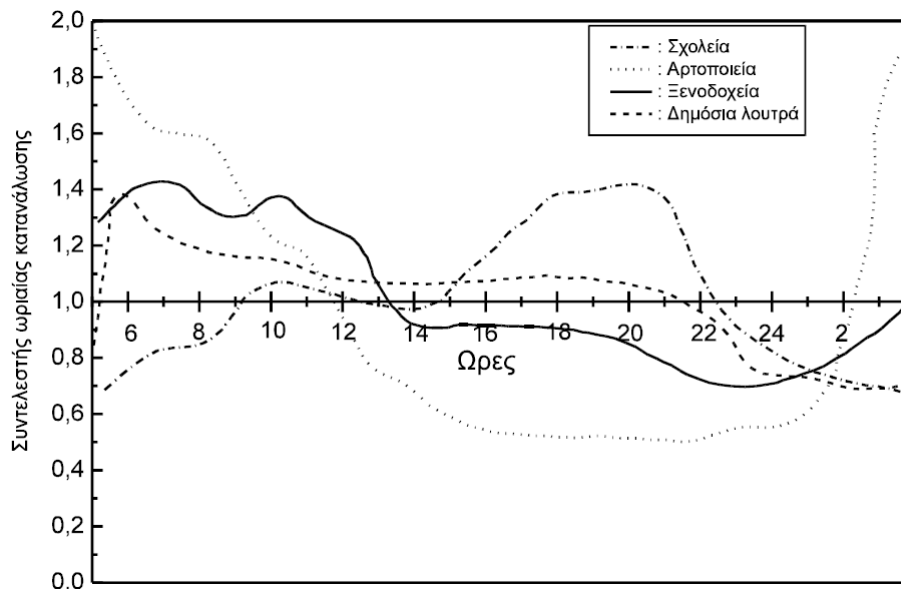
Η εκτίμηση του αριθμού των καταναλωτών και νοικοκυριών αποτελεί πρώτο και απαραίτητο βήμα, ενώ ταυτόχρονα η μελέτη έρευνας αγοράς κρίνεται εξίσου απαραίτητη, αφού μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό των καταναλωτικών τάσεων και των προτιμήσεων των καταναλωτών, καθώς και στον προσδιορισμό των αναγκών τους σε ενέργεια.

Για τον επαγγελματικό και εμπορικό τομέα, η προσέγγιση για το προσδιορισμό του αριθμού των καταναλωτών είναι διαφορετική από αυτήν του οικιακού τομέα. Συγκεκριμένα, στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) ή στοιχεία άλλων αρχών δύναται να χρησιμοποιηθούν ώστε να βρεθούν άδειες κατασκευής κτιρίων για εμπορική χρήση. Επίσης, στη περίπτωση των μεγάλων

καταναλωτών, είναι απαραίτητη η άμεση γνώση της θέσης τους και του αριθμού τους, διότι οι ανάγκες τους έχουν άμεση επίδραση στο σχεδιασμό του δικτύου.

Η μελέτη της έρευνας αγοράς συμπληρώνεται από την ανά κατηγορία εκτίμηση της συνολικής κατανάλωσης φυσικού αερίου. Σε χώρες που διαθέτουν στατιστικά στοιχεία για την κατανάλωση φυσικού αερίου στο παρελθόν, χρησιμοποιούνται πίνακες με τις "καμπύλες συγχρονισμού". Αυτοί οι πίνακες συνδέουν τη μέγιστη κατανάλωση μιας ομάδας καταναλωτών ανά ώρα, με την ετήσια κατανάλωση κάθε μεμονωμένου καταναλωτή. Ένα ενδεικτικό διάγραμμα καταναλώσεων παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.1, που ακολουθεί, με το διάγραμμα αυτό να δείχνει ότι η κατανάλωση φυσικού αερίου σε σχολεία, αρτοποιεία, ξενοδοχεία και δημόσια λουτρά παρουσιάζει αξιοπρόσεκτη διακύμανση, με ορισμένες μονάδες να έχουν κατανάλωση κάτω ή πάνω από τη μέση τιμή της ομάδας. Η συμπεριφορά λειτουργίας και απορρόφησης ενέργειας εξαρτάται από τον αριθμό των ανθρώπων που βρίσκονται σε κάθε μονάδα, και αυτό αντανακλάται στη διακύμανση του "συντελεστή ωριαίας κατανάλωσης" κατά τη διάρκεια 24 ωρών, δηλαδή του λόγου του της στιγμιαίας ωριαίας κατανάλωσης Q_h σε 24ωρη βάση προς την ημερήσια κατανάλωση Q_d :

$$fh = \frac{24 \cdot Q_h}{Q_d} \quad (2.1.1a)$$



Σχήμα 3. Γράφημα συντελεστή κατανάλωσης ανά κατηγορία καταναλωτών.

Αντίθετα σε χώρες, όπως για παράδειγμα η Ελλάδα, όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία για την κατανάλωση φυσικού αερίου σε προηγούμενα έτη, ο σχεδιασμός μιας αξιόπιστης εκτίμησης των καταναλώσεων αποτελεί

πρόκληση. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται αναλυτικές ή προσεγγιστικές μέθοδοι, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού.

Συνήθως, δημιουργούνται γραφήματα με καμπύλες συγχρονισμού βάσει των καταναλώσεων άλλων καυσίμων, όπως πετρέλαιο και ηλεκτρισμός, οι οποίες ανάγονται στην κατανάλωση της ψυχρότερης ημέρας των τελευταίων 50 ετών. Αυτός ο τρόπος υπολογισμού οδηγεί στη ζήτηση αιχμής ανά νοικοκυριό ανά ώρα. Στη συνέχεια, η ωριαία ζήτηση αιχμής ανά νοικοκυριό πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό των μελλοντικών καταναλωτών κεντρικής θέρμανσης, ατομικής θέρμανσης και ζεστού νερού, ώστε να προκύψει η ωριαία ζήτηση αιχμής για κάθε κατηγορία, των οποίων το άθροισμα δίνει την ωριαία ζήτηση αιχμής στον οικιακό τομέα.

Στο ίδιο πλαίσιο, η κατανάλωση αιχμής των μικρών εμπορικών καταναλωτών ανά ώρα, υπολογίζεται με γνώμονα την επαγγελματική τους κατηγορία και αποδίδοντας μια ωριαία κατανάλωση σε κάθε κατηγορία. Οι συνιστώσες που υπεισέρχονται στην κατανάλωση αυτού του τομέα είναι οι εξής:

- α. Η χρήση για θέρμανση χώρων και,
- β. Η χρήση για παραγωγικό εξοπλισμό.

Η προκύπτουσα ωριαία κατανάλωση μετατρέπεται έτσι σε ωριαία κατανάλωση αιχμής φυσικού αερίου.

Συνακόλουθα, η ωριαία ζήτηση αιχμής της περιοχής μελέτης προκύπτει από το άθροισμα της ωριαίας ζήτησης αιχμής για την εκάστοτε κατηγορία καταναλωτών. Ο βασικός σχεδιασμός των δικτύων της περιοχής στηρίζεται στην προαναφερόμενη ζήτηση. Μάλιστα, η μέγιστη ωριαία κατανάλωση αιχμής (V_{hmx}) μέσα στο έτος συνιστά σημαντικό μέγεθος για τον σχεδιασμό των δικτύων μεταφοράς και διανομής. Η συγκεκριμένη τιμή εμφανίζεται την πλέον ψυχρή ημέρα του έτους, που προφανώς απαιτεί μεγαλύτερη χρήση της θέρμανσης. Αντίθετα, οι όροι προμήθειας φυσικού αερίου από την επιχείρηση διάθεσης αερίου σε εθνικό επίπεδο (ΔΕΠΑ) επηρεάζονται άμεσα από την συνολική ετήσια κατανάλωση καθώς και την κατανομή της μέσα στον χρόνο.

2.1.1 Προσεγγιστική Μέθοδος Πρόβλεψης Κατανάλωσης Αιχμής

Η κατανάλωση αιχμής δύναται να προβλεφθεί ακολουθώντας τη μέθοδο που προτείνει ο Cerbe, όταν δεν υπάρχουν στη διάθεση μας καμπύλες συγχρονισμού. Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε μακροχρόνια στοιχεία καταναλωτών της Γερμανίας και αφού προσαρμοστούν στις ελληνικές συνθήκες είναι εφικτό να εφαρμοστεί και στην Ελλάδα, και συνεπώς ο υπολογισμός της κατανάλωσης αιχμής γίνεται σύμφωνα με τις ετήσιες τιμές κατανάλωσης ανά τομέα και ημέρες χρήσης.

Ο Πίνακας 3, που ακολουθεί, παρουσιάζει ετήσιες τις τοπικές καταναλώσεις φυσικού αερίου ανά νοικοκυριό σε κανονικά κυβικά μέτρα (Nm^3/a) για τις κατηγορίες μαγείρεμα, μαγείρεμα και ζεστό νερό και για μαγείρεμα, ζεστό νερό και θέρμανση. Η κατανάλωση για επαγγελματική χρήση αντιστοιχεί σε $150 \text{ Nm}^3/(\text{a P})$, δηλαδή κανονικά κυβικά μέτρα ανά έτος (a) και άτομο (P), και προκύπτει σε αναλογία με το συνολικό πληθυσμό.

Τομέας χρήσης	$V_a, \text{Nm}^3/\text{a}$
Μαγείρεμα	80 - 120
Μαγείρεμα + Ζεστό νερό	300 - 500
Μαγείρεμα + Ζεστό νερό + Θέρμανση	1500 - 3500
Μέση ετήσια κατανάλωση για επαγγελματική χρήση που αντιστοιχεί στον πληθυσμό	$150 \text{ m}^3/\text{a P}$

Πίνακας 3. Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου στις κατοικίες σε κανονικά κυβικά μέτρα ανά νοικοκυριό και έτος και μέση ετήσια κατανάλωση στον επαγγελματικό κλάδο ανά έτος και άτομο.

Ο εκάστοτε μελετητής αφού αναλύσει τα κοινωνικά και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής εκτιμά την κατάλληλη τιμή από το εύρος τιμών που δίνονται. Στον Πίνακα 4, που παρουσιάζεται παρακάτω, ορίζονται οι «ημέρες χρήσης» του φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια ενός έτους N_{da} ανά κατηγορία καταναλωτή. Οι ημέρες αυτές είναι μη πραγματικές και αντιστοιχούν στο χρόνο, που θα καταναλωνόταν για μια συγκεκριμένη χρήση η ετήσια ποσότητα του φυσικού αερίου, αν η κατανάλωση ήταν συνεχής στην τιμή της μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης.

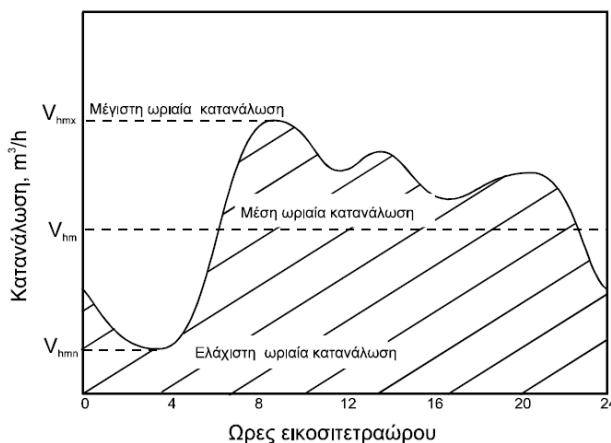
	Τομέας χρήσης	Ημέρες χρήσης N_{da} ετήσια d/a
ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟ	Μαγείρεμα	40 - 50
	μαγείρεμα + ζεστό νερό	90 - 110
	Θέρμανση	100 - 120
	μαγείρεμα + ζεστό νερό + θέρμανση	110 - 130
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	Αρτοποιεία	250
	Κρεοπωλεία	150 - 180
	Πλυντήρια	250
	Θερμοκήπια	100 - 200
ΔΗΜΟΣΙΑ ΧΡΗΣΗ	Νοσοκομεία	170
	Σχολεία	100
	Δημόσια κτίρια	110
	Κλειστά κολυμβητήρια	180

Πίνακας 4. Αριθμός ημερών χρήσης ανά έτος για τις διάφορες ομάδες καταναλωτών, συνολικά σε μια περιοχής διανομής φυσικού αερίου.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως ο υπολογισμός της συνολικής ετήσιας ποσότητας κατανάλωσης φυσικού αερίου προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του συνόλου των μέγιστων καταναλώσεων ανά κατηγορία με τον «συντελεστή ταυτοχρονισμού» C_a , που κατά κανόνα είναι μικρότερος της μονάδας. Από το τελευταίο συμπεραίνεται ότι είναι πρακτικά ανέφικτο να υπάρξει σύμπτωση των μέγιστων καταναλώσεων ανά κατηγορία εντός μιας χρονικής στιγμής:

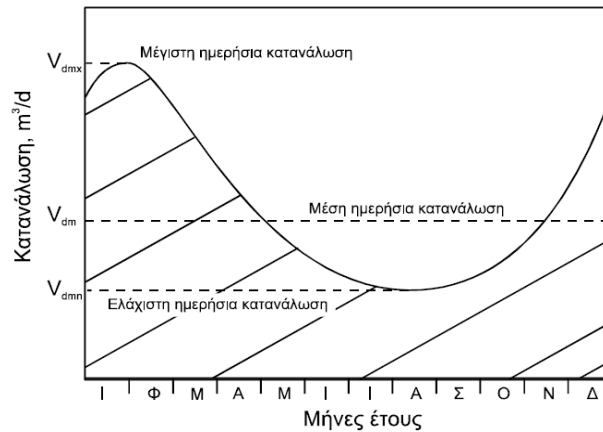
$$C_a = 0,8 \div 0,9 \quad (2.1.1b)$$

Η μέγιστη ωριαία κατανάλωση ή κατανάλωση αιχμής V_{hmx} αποτελεί την «κατανάλωση σχεδιασμού» του δικτύου διανομής μιας περιοχής. Η εκτίμηση της "ωριαίας κατανάλωσης αιχμής" για κάθε χρήση προκύπτει συνήθως στην ψυχρότερη ημέρα του έτους, όταν δηλαδή επικρατούν οι μέγιστες ανάγκες θέρμανσης. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται σε μορφή διαγράμματος ο χαρακτήρας της διακύμανσης της κατανάλωσης, ανά ώρα, μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο και η μέγιστη ωριαία κατανάλωση.



Σχήμα 4. Τυπική διακύμανση της κατανάλωσης φυσικού αερίου ανά ημέρα, σε κανονικά κυβικά μέτρα την ώρα.

Επιπλέον, ποιοτικά, στο διάγραμμα του Σχήματος 5, παρουσιάζεται η χαρακτηριστική καμπύλη κατανάλωσης αερίου, ανά έτος, σε κυβικά μέτρα την ημέρα (m^3/d) με χαρακτηριστικό τις υψηλές καταναλώσεις του χειμώνα λόγω μεγαλύτερων αναγκών για θέρμανση.



Σχήμα 5. Τυπική διακύμανση της κατανάλωσης αερίου ανά έτος, σε κανονικά κυβικά μέτρα την ημέρα με βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα την αύξηση της κατανάλωσης το χειμώνα και τη μείωση το καλοκαίρι.

Επιπροσθέτως στο Σχήμα 4 και στο Σχήμα 5 φαίνεται η «μέση ωριαία κατανάλωση» στο εικοσιτετράωρο V_{hm} και η «μέση ημερήσια κατανάλωση» στο έτος V_{dm} αντίστοιχα, με τη συνολική ημερήσια κατανάλωση και τη συνολική ετήσια κατανάλωση να δίνονται από τις ολοκληρώσεις των καμπυλών κατανάλωσης κατά τη διάρκεια καταγραφής.

Από τους ορισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω και τα διαγράμματα προκύπτουν κάποιες σημαντικές σχέσεις για την εκτίμηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου με τη βοήθεια του προσεγγιστικού τρόπου υπολογισμού της πρόβλεψης, που αναφέρθηκε προηγουμένως. Μια οικιστική περιοχή με πληθυσμό P κατοίκων, όπου σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των πληθυσμιακών στοιχείων πρόσφατης επίσημης απογραφής (ΕΛΣΤΑΤ) η κάθε οικογένεια αποτελείται από A άτομα, προκύπτει ότι ο αριθμός των νοικοκυριών δίνεται από τη σχέση:

$$NO = \frac{P}{A} \quad (2.1.2)$$

Αν υποθέσουμε ότι το εκάστοτε νοικοκυριό χρησιμοποιεί συνολική ποσότητα αερίου V_i , ετησίως, όπως υπολογίστηκε σύμφωνα με τους προηγούμενους πίνακες, το σύνολο των νοικοκυριών χρειάζεται ετησίως:

$$Vt = Ca * NO * Va \quad \text{σε } m^3/a \quad (2.1.3)$$

Όπου C_a είναι ο συντελεστής ταυτοχρονισμού (από τη σχέση 2.1.1β) και οι τιμές που παίρνει είναι μικρότερες από τη μονάδα και κυμαίνονται από 0,8 έως 0,9 διότι στατιστικά δεν είναι ρεαλιστικό να υπάρξει ταυτόχρονη ζήτηση της συνολικής ποσότητας.

Σ' αυτή την ποσότητα προστίθενται και οι υπόλοιπες απαιτήσεις, λόγου χάρη οι επαγγελματικές ανάγκες V_{tp} ή οι ανάγκες της Βιοτεχνίας και της Βιομηχανίας V_{tin} .

Αν η ετήσια απαιτούμενη ποσότητα V_t διαιρεθεί με τον αριθμό ημερών χρήσης (Πίνακας 4), οι οποίες ορίστηκαν ως ιδεατές ημέρες συνεχούς χρήσης υπό συνθήκες μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης, τότε προκύπτει η μέγιστη ημερήσια (εικοσιτετράωρη) κατανάλωση μέσα στο χρόνο V_{dmx} σε:

$$V_{dmx} = \frac{V_t}{Nda} \quad \text{σε} \quad m^3/d \quad (2.1.4)$$

Από τη μέγιστη ημερήσια κατανάλωση συμπεραίνεται ότι η μέση ωριαία κατανάλωση του εικοσιτετράωρου προκύπτει από τη σχέση:

$$V_{hm} = \frac{V_{dmx}}{24h} \quad \text{σε} \quad m^3/h \quad (2.1.5)$$

Η τιμή αυτή καθορίζει τη μέγιστη ωριαία κατανάλωση V_{hmx} κάνοντας χρήση ενός εμπειρικού στατιστικού συντελεστή C_h , που είναι μεγαλύτερος από τη μονάδα, και διαφορετικά ονομάζεται "συντελεστής κατανάλωσης αιχμής":

$$V_{hmx} = C_h * V_{hm} \quad (2.1.6)$$

Για την περιοχή της Αθήνας που έως το έτος 1997 χρησιμοποιούσε το συνθετικό αέριο της Δημοτικής Επιχείρησης Φωταερίου Αθηνών (ΔΕΦΑ) ο συντελεστής αυτός λαμβάνει τη τιμή:

$$C_h \approx 2,4 \quad (2.1.7)$$

και έχει προκύψει ύστερα από στατιστική επεξεργασία στοιχείων της ΔΕΦΑ από σχετικές μελέτες. Ο συντελεστής C_h ακόμα και σήμερα θεωρείται ότι παραμένει ίδιος, παρά τις αλλαγές σε ορισμένες συνθήκες, όπως μείωση μαγειρέματος, προπαρασκευασμένο ή έτοιμο φαγητό κ.ά., θεωρείται ότι η τιμή αυτή αποτελεί ένα μέγιστο.

Για την εκάστοτε Ελληνική πόλη ο συντελεστής αυτός λαμβάνει διαφορετικές τιμές, αλλά η τιμή που προαναφέρθηκε δύναται να χρησιμοποιηθεί, αν δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν άλλες εκτιμήσεις με βάση στοιχεία σχετικών με την περιοχή που μελετάτε.

2.1.2 Εκτίμηση της κατανάλωσης αερίου βάσει των χρησιμοποιούμενων συσκευών

Ένας πιο αναλυτικός και ακριβής τρόπος πρόβλεψης της κατανάλωσης, ο οποίος βέβαια προϋποθέτει την προεκτίμηση του αριθμού, του είδους, και του μεγέθους των συσκευών αερίου, τις οποίες χρησιμοποιεί ο εκάστοτε καταναλωτής, τη διάρκεια χρήσης της συσκευής καθώς και άλλα παρόμοια στοιχεία είναι αυτός που παρουσιάζεται παρακάτω. Αυτή η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη σε περιπτώσεις, που



απαιτείται ακριβής εκτίμηση της κατανάλωσης, γνωρίζοντας βέβαια με ακρίβεια τα στατιστικά στοιχεία για τον αριθμό και το είδος των συσκευών αερίου, που χρησιμοποιούνται σε αυστηρά καθορισμένο χώρο, όπως για παράδειγμα ένας σχεδιαζόμενος οικισμός με τυποποιημένες κατοικίες ή συγκροτήματα κατοικιών ή ένα οικοδομικό τετράγωνο ή μια πολυκατοικία.

Η μέγιστη κατανάλωση φυσικού αερίου, για παράδειγμα, σε ένα νοικοκυριό δύναται συνολικά να εκφραστεί από την σχέση, Cerbe:

$$V_{max} = \Sigma V_M * f_M + \Sigma V_{\theta E} * f_{\theta E} + \Sigma V_{E\theta} * f_{E\theta} + \Sigma V_{\theta \Sigma} * f_{\theta \Sigma} + \Sigma V_{\theta} * f_{\theta} \quad (2.1.8)$$

όπου:

V = Παροχή (τιμή σύνδεσης) σε κανονικά m³/h.

f = Συντελεστής ταυτοχρονισμού (ή ετεροχρονισμού) της εκάστοτε συσκευής, και έχει άμεση σχέση με τη χρήση της συσκευής κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου.

Οι δείκτες:

M = Μαγείρεμα.

θE = Ταχυθερμοσίφωνα διαφόρων χρήσεων.

Eθ = Θερμάστρες χώρων της κατοικίας επίτοιχες ή άλλου είδους.

θΣ = Θερμοσίφωνα με λέβητα θερμού νερού.

θ = Λέβητας και καυστήρας κεντρικής θέρμανσης.

Η χρήση της σχέσης αυτής έχει ως προϋπόθεση να είναι γνωστές οι «τιμές σύνδεσης» της εκάστοτε συσκευής καθώς και η αντίστοιχη τιμή του συντελεστή ταυτοχρονισμού. Σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ/DVGW, 1994 δίνονται οι ενδεικτικές τιμές σύνδεσης διαφόρων συσκευών όπως φαίνονται στον Πίνακα 5.

Οι τιμές σύνδεσης συσκευών αερίου και οι συντελεστές ταυτοχρονισμού ανηγμένοι στις συσκευές των πινάκων 6 και 7 αντίστοιχα αποτελούν τις πλέον «επίσημες» τιμές, και δίνονται από το Τεχνικό Κανονισμό Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με Πίεση Λειτουργίας έως και 1 bar (ΚΕΕΦΑ 1 bar ισχύος από το 2003 βάσει του ΦΕΚ 963, Τεύχος 20/15.07.2003).

Συσκευή	Ελ. σύνδεση*		Τιμές σύνδεσης αερίου, m ³ /h	
	Ονομαστική διάμετρος σε mm		1η οικογένεια H ₀ =17,6 MJ/Nm ³	2η οικογένεια H ₀ =35,6 MJ/Nm ³
- Ψυγείο μέχρι 250 λίτρα	10	10	0,1	0,1
- Μαγειρική συσκευή 1 εστία	15	10	0,5 – 0,75	0,25 – 0,4
- Μαγειρική συσκευή 2 εστίες	15	10	0,9 – 1,0	0,4 – 0,5
- Φούρνος	15	10	0,75 – 1,0	0,4 – 0,5
- Μαγειρική συσκευή με δύο εστίες και φούρνο	20	15	3 – 3,4	1,5 – 1,7
- Ομοίως αλλά με 3 & 4 εστίες	20	15	4 – 4,5	2 – 2,3
- Θερμοσίφωνας 5 l/min (9 kW)	15	15	2,5	1,2
- Ομοίως 10 l/min (18 kW)	20	15	5	2,5
- Ομοίως 13 l/min (23 kW)	20	15	6,5	3,2
- Ομοίως 16 l/min (28 kW)	25	20	8	4
- Θερμοσίφωνας με αποθήκη θερμού νερού (θέρμανση σε 70 °C σε 1h με η = 0,8)				
80 l νερού	15	15	2,0	1,0
100 l νερού	15	15	2,5	1,2
120 l νερού	20	15	3,0	1,5
150 l νερού	20	15	3,7	1,5
- Θερμάστρες χώρου				
3000 kcal (3,5 kW)	15	15		0,5
4000 kcal	15	15	1,4	0,7
6000 kcal	15	15	2,1	1,0
8000 kcal	20	15	2,8	1,4
10000 kcal	20	15	3,5	1,7
- Διάφορες συσκευές θέρμανσης, ως λέβητες νερού, λέβητες αέρα κ.λ.π. ονομαστικής θερμικής ισχύος				
8000 kcal (9.5 kW)			2,7	1,3
10000 kcal (-)			3,4	1,7
15000 kcal (18 kW)			5,1	2,5
20000 kcal (24 kW)			6,7	3,3
25000 kcal (29 kW)			8,4	4,2
30000 kcal (35 kW)				5,0
36000 kcal (41 kW)				5,8
40000 kcal (39-46 kW)				6,5
50000 kcal (47-58 kW)				8,2
65000 kcal (56-75 kW)				10,7
80000 kcal (93 kW)				13,0

*Παρατήρηση: Για 1η και 2η οικογένεια αντίστοιχα. Η ελάχιστη αυτή διάμετρος σύνδεσης δεν μπορεί να είναι μικρότερη από τη διάμετρο του μαστού σύνδεσης της συσκευής.

Πίνακας 5. Προσεγγιστικές τιμές σύνδεσης συσκευών σε m³/h για την 1^η και 2^η οικογένεια αερίων (το φυσικό αέριο ανήκει στη 2^η), Cerbe.

Συσκευή αερίου	Ονομαστική θερμική ισχύς	Τιμή σύνδεσης V_{Σ} (m ³ /h) σε εξάρτηση από την κατώτερη θερμογόνο δύναμη λειτουργίας H_i (kWh/m ³)	
		2 ^η οικογένεια αερίων	
	P _n (kW)	Ομάδα L	Ομάδα H
		$H_i = 8,6 \text{ kWh/m}^3$	$H_i = 10,3 \text{ kWh/m}^3$
Κουζίνα αερίου Θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες)	4πλή (11)	1,5	1,3
	8,7	1,2	1,0
	17,5	2,4	2,0
	22,7	3,2	2,6
	27,9	3,9	3,2
Θερμαντήρες νερού αποθήκευσης 80 lit 120 lit περιεχόμενο 150 lit σε νερό 190 lit 200 lit	6,9	0,9	0,8
	7,6	1,0	0,9
	8,3	1,1	1,0
	8,7	1,2	1,0
	10,5	1,4	1,2
Θερμαντήρες χώρου	3,5	0,5	0,4
	4,7	0,6	0,5
	7,0	1,0	0,8
	9,3	1,3	1,1
	11,6	1,6	1,3
Θερμαντήρες νερού ανακυκλοφορίας	5,0	0,7	0,6
	6,0	0,8	0,7
	7,0	1,0	0,8
Θερμαντήρες νερού συνδυασμένης λειτουργίας	8,0	1,1	0,9
	9,0	1,3	1,0
	9,3	1,3	1,1
	10,0	1,4	1,1
Λέβητες αερίου	11,0	1,5	1,2
	14,0	1,9	1,6
	17,5	2,4	2,0
	18,6	2,6	2,1
	20,9	2,9	2,4
	23,3	3,2	2,7
	30,0	4,2	3,4

Πίνακας 6. Τιμές σύνδεσης συσκευών αερίου βάσει των προδιαγραφών του Ελληνικού Τεχνικού Κανονισμού ΚΕΕΦΑ 1 bar (2004).

Αριθμός των συσκευών	Συντελεστές ταυτοχρονισμού ανοιγμένοι στις συσκευές		
	f_{TME}	f_{TBP}	f_{TBX}
1	0,621	1,000	1,000
2	0,448	0,607	0,800
3	0,371	0,456	0,703
4	0,325	0,373	0,641
5	0,294	0,320	0,597
6	0,271	0,283	0,564
7	0,253	0,255	0,537
8	0,239	0,234	0,515
9	0,227	0,217	0,496
10 και άνω	0,217	0,202	0,480

Πίνακας 7. Συντελεστές ταυτόχρονης λειτουργίας ανοιγμένοι στις συσκευές f_{Tn} σύμφωνα με τον Τεχνικό Κανονισμό ΚΕΕΦΑ 1 bar (2004). Ο κάθε συντελεστής ταυτοχρονισμού f_{TBX} για συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ή βιοτεχνία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης (λέβητες αερίου με $P_n > 30$ kW) είναι απαραίτητο να προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες χρήσης. Σε περιπτώσεις αμφιβολίας λαμβάνεται $f_{TBX} = 1,0$.

2.2 Γενικευμένη Μεθοδολογία Εκτίμησης Κατανάλωσης με Βάση τις Ενεργειακές Ανάγκες μιας Περιοχής

Ο καθορισμός του ενεργειακά και οικονομικά ενεργού πληθυσμού αποτελεί ζωτικής σημασίας βήμα για την πρόβλεψη της ενεργειακής κατανάλωσης μιας περιοχής. Ο βασικός πάροχος πληθυσμιακών στοιχείων είναι η ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή), η οποία δύναται να παρέχει στοιχεία, όπως αριθμό κατοίκων, νοικοκυριών και κατοικιών για τον πληθυσμό που απογράφεται στην υπό εξέταση περιοχή. Για τις περιοχές που δεν υπάρχουν επίσημες προβλέψεις και εκτιμήσεις του πληθυσμού, για την εκτίμηση του η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

1^ο Βήμα: Υπολογίζεται η συνολική δομημένη επιφάνεια S βάσει του εμβαδού της συνολικής έκτασης της περιοχής καθώς και των συντελεστών δόμησης που ισχύουν.

2^ο Βήμα: Έπειτα όντας γνωστή η δομημένη επιφάνεια S και το τυπικό εμβαδόν ενός νοικοκυριού υπολογίζεται ο αριθμός των νοικοκυριών N .

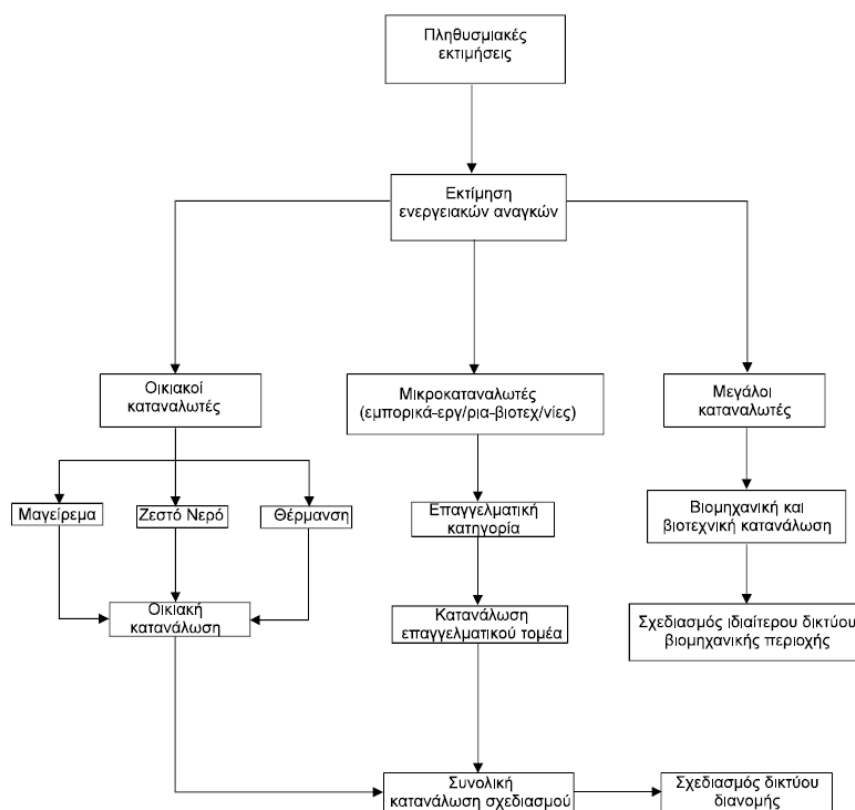
3^ο Βήμα: Στη συνέχεια από τον αριθμό των νοικοκυριών N που προέκυψε σε συνδυασμό με το θεωρούμενο αριθμό μελών ανά νοικοκυριό P/N καθορίζεται ο πληθυσμός κορεσμού της περιοχής P .

4^ο Βήμα: Τέλος από τον πληθυσμό κορεσμού και βάσει των προβλέψεων για την εξέλιξη του πληθυσμού της περιοχής, για παράδειγμα από μελέτες της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας – ΕΛΣΤΑΤ, ή της Επιχείρησης Πολεοδομικής Ανασυγκρότησης – ΕΠΑ, βρίσκεται ο πληθυσμός για το έτος στόχο, ο οποίος διαιρούμενος με τον

αριθμό ατόμων ανά νοικοκυριό προσδιορίζει τον αριθμό νοικοκυριών του " έτους οροφής ή έτους στόχου ".

2.2.1 Ενεργειακή Ζήτηση της περιοχής

Η εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της περιοχής που μελετάται για το σχεδιασμό ενός δικτύου φυσικού αερίου για την περίοδο που σχεδιάζεται η εγκατάσταση είναι ζωτικής σημασίας. Η απουσία στατιστικών στοιχείων που αφορούν τον καταναλωτή φυσικού αερίου στην Ελλάδα δυσχεραίνει την εκτίμηση αυτών των ενεργειακών αναγκών.



Εικόνα 4. Διαδικασία πρόβλεψης της ενεργειακής ζήτησης και της κατανάλωσης αιχμής σε μια περιοχή.

Ελλείψει στοιχείων, λοιπόν, η εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών στην χώρα μας έγκειται στην χρήση διαδεδομένων ενεργειακών πηγών για τις οποίες υπάρχουν στατιστικά και τεχνικά στοιχεία για την κατανάλωσή τους σε συνδυασμό με την διεθνή εμπειρία σε παρόμοιες εφαρμογές. Πρέπει, ωστόσο, να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες που χαρακτηρίζουν τον καταναλωτή ενέργειας στην Ελλάδα.

Οι ενεργειακές ανάγκες διαχωρίζονται βάσει του είδους της κατανάλωσης στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Οικιακοί καταναλωτές
- Βιοτεχνίες – Εμπόριο – Γραφεία – Εργαστήρια
- Μεγάλοι καταναλωτές (βιομηχανίες)

Εκ των τριών κατηγοριών οι δύο πρώτες, όντας μικροί κατανεμημένοι καταναλωτές, χρήζουν στατιστικής ανάλυσης τυπικών καταναλώσεων. Η τρίτη κατηγορία απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη απογραφικού χαρακτήρα, καθώς πρόκειται για μεγάλους σημειακούς καταναλωτές, οι οποίοι έχουν σημαντική επίδραση στο υπό σχεδίαση δίκτυο. Επιπρόσθετα, η εκτίμηση κατανάλωσης βιοτεχνιών χρήζει προσεκτικής μελέτης, αφού τα τελευταία χρόνια οι βιοτεχνίες εντάσσονται σε Βιοτεχνικά Πάρκα ανάλογα με το είδος παραγωγής τους. Παρόμοιο χειρισμό απαιτούν και μεγάλες επαγγελματικές καταναλώσεις.

2.2.2 Πρόβλεψη καταναλωτικών αναγκών Φ.Α. για Μαγείρεμα και Ζεστό Νερό στον οικιακό τομέα

Στον οικιακό τομέα η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να προβλεφθεί μόνο στατιστικά και αποτελεί καθοριστικό στοιχείο στον προσδιορισμό του επιπέδου της τελικής ζήτησης φυσικού αερίου. Οι ενεργειακές εγκαταστάσεις και ειδικότερα αυτές που αφορούν τις εφαρμογές φυσικού αερίου, δέχονται επιρροή από πολλούς παράγοντες και οι κυριότεροι είναι:

- ❖ Συνθήκες του περιβάλλοντος.
- ❖ Συνήθειες καταναλωτή και αγοραστική ικανότητα.
- ❖ Συνθήκες καταναλωτή και τυπικός οικογενειακός προγραμματισμός.

Μία μέθοδος προσδιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας είναι ο διαχωρισμός, με βάση το σκοπό της κατανάλωσης, σε επιμέρους κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα οι κατηγορίες στις οποίες γίνεται ο διαχωρισμός είναι A. Μαγείρεμα, B. Ζεστό Νερό, Γ. Θέρμανση. Η πιο σημαντική, από τις τρεις αυτές κατηγορίες, από πλευράς μεγέθους ενεργειακών αναγκών είναι η Θέρμανση και στη συνέχεια ακολουθούν το Μαγείρεμα και το Ζεστό Νερό.

A. Μαγείρεμα. Για το μαγείρεμα οι απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες υπολογίζονται περίπου $Q_M = 850 \text{ MJ/a} \cdot P$ ανά έτος (a) και άτομο (P), με την τιμή αυτή να έχει προκύψει από παλαιότερες μετρήσεις, καθώς δεν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία. Έτσι προκύπτει ότι η απαιτούμενη ποσότητα αερίου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_M = \frac{Q_M}{\eta * H_u} \quad \sigma\epsilon \quad \frac{m^3}{aP} \quad (2.2.1)$$

όπου:

$$Q_M = 850 \text{ MJ/a} * P$$

η = συντελεστής απόδοσης συσκευής (λαμβάνεται περίπου 0,5)

H_u = θερμογόνος δύναμη του Φυσικού Αερίου

(Ελληνικό Φυσικό Αέριο = 40,5 MJ/Nm³ ή 9671,4 kcal/m³)

Β. Ζεστό νερό. Στον οικιακό τομέα οι κύριες ανάγκες για ζεστό νερό είναι αυτές για το μπάνιο Q_{NM} και στην κουζίνα Q_{NK} . Η σχέση που δίνει τις ενεργειακές απαιτήσεις για ζεστό νερό στη κουζίνα είναι:

$$Q_{NK} = n * M * c * \Delta T \quad \sigma\epsilon \quad \frac{MJ}{aP} \quad (2.2.2)$$

όπου:

n = συντελεστής φόρτισης (λαμβάνεται υπόψη περίπου ίσος με 0,8), σχετικά χαμηλός ώστε να συμπεριλαμβάνει την μείωση της κατανάλωσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

M = καταναλισκόμενη ποσότητα νερού (θεωρείται ίση με 8 – 10 lt ανά ημέρα και άτομο, δηλαδή ανά έτος και άτομο ίσο με 3000 lt/a*P)

c = θερμοχωρητικότητα του νερού (ισούται με 4186,8 J/kg K)

ΔT = μεταβολή της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου νερού (περίπου 50 – 10 = 40 °C).

Οι ανάγκες που δίνουν ζεστού νερού για το μπάνιο είναι:

$$Q_{NM} = \frac{m}{A} * M * c * \Delta T \quad \sigma\epsilon \quad \frac{MJ}{aP} \quad (2.2.3)$$

όπου:

m = συντελεστής αναμμάτων θερμοσίφωνα (θεωρείται περίπου ίσος με 0,5 ανά νοικοκυριό την ημέρα ή 182 ανά νοικοκυριό το έτος).

A = μέσος αριθμός ατόμων ανά νοικοκυριό, P/N

M = χωρητικότητα θερμοσίφωνα (μέσος όρος 150 lt)

c = θερμοχωρητικότητα του νερού (ισούται με 4186,8 J/kg K)

ΔT = μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού που θερμαίνεται κατά (περίπου 35 – 10 = 25 °C).

Συνεπώς οι συνολικές ανάγκες σε θερμική ενέργεια για ζεστό νερό ανά έτος και άτομο θα είναι:

$$Q_{ZN} = Q_{NM} + Q_{NK} \quad \sigma\epsilon \quad \frac{MJ}{aP} \quad (2.2.4)$$

Επομένως η απαιτούμενη ποσότητα φυσικού αερίου για παραγωγή ζεστού νερού δίνεται από τη σχέση:

$$V_{ZN} = \frac{Q_{ZN}}{\eta * H_u} \quad \sigma\epsilon \quad \frac{m^3}{\alpha P} \quad (2.2.5)$$

όπου:

η = είναι ο συντελεστής απόδοσης της συσκευής και θεωρείται περίπου 0,75.

Τα ετήσια μεγέθη καταναλώσεων για μαγείρεμα και ζεστό νερό στα νοικοκυριά, για να αναχθούν σε καταναλώσεις στις δυσμενέστερες συνθήκες ανά ώρα, (συνθήκες που θα υπάρχει υψηλότερη κατανάλωση) χρησιμοποιούνται οι «συντελεστές φόρτισης» που παρατίθενται στο Πίνακα 8 και στο Πίνακα 9. Οι τιμές των συντελεστών φόρτισης στους πίνακες αυτούς έχουν υπολογισθεί βασιζόμενοι σε στατιστικά δεδομένα συνήθους χρήσης ηλεκτρικής κουζίνας για το μαγείρεμα και ηλεκτρικού θερμοσίφωνα για το ζεστό νερό.

Δίμηνο	Συντελεστής φόρτισης L_δ	
	Μαγείρεμα	Ζεστό νερό
Σεπτέμβριος - Οκτώβριος	1,0916	1,0976
Νοέμβριος - Δεκέμβριος	1,0824	1,1354
Ιανουάριος - Φεβρουάριος	1,0791	1,1139
Μάρτιος - Απρίλιος	1,0426	1,0359
Μάιος - Ιούνιος	0,9865	0,9914
Ιούλιος - Αύγουστος	0,7177	0,6251

Πίνακας 8. Συντελεστές φόρτισης L_δ για μαγείρεμα και ζεστό νερό σε χρονική περίοδο διμήνου (στοιχεία ΕΣΥΕ 1988/89 για Αθήνα).

Ωριαία	Συντελεστής φόρτισης L_h	
	Μαγείρεμα	Ζεστό νερό
8	0,131	0,047
9	0,104	0,051
10	0,097	0,052
11	0,147	0,046
12	0,118	0,024
13	0,065	0,013
14	0,025	0,018
15	0,014	0,023
16	0,011	0,040
17	0,022	0,054
18	0,059	0,093
19	0,060	0,142
20	0,057	0,144
21	0,055	0,109
22	0,024	0,041
23	0,004	0,010
24-3	0,010	0,094

Πίνακας 9. Συντελεστές φόρτισης L_h για μαγείρεμα και ζεστό νερό με αέριο πόλης σε ωριαία χρονική περίοδο (στοιχεία ΕΣΥΕ 1988/89 για Αθήνα).

Από τους Πίνακες 8 και 9 λαμβάνουμε την υψηλότερη τιμή για τον συντελεστή φόρτισης L_δ διμήνου και τον ωριαίο συντελεστή φόρτισης L_h αντίστοιχα, και χρησιμοποιώντας τον αριθμό ατόμων ανά νοικοκυριό A (P/N) με την ακόλουθη σχέση υπολογίζεται η ωριαία κατανάλωση ανά νοικοκυριό για μαγειρέμα:

$$V_M^h = \frac{1}{360} * A * L_\delta * L_h * V_M \quad \sigma\epsilon \quad \frac{m^3}{hN} \quad (2.2.6)$$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζεται η ωριαία κατανάλωση ανά νοικοκυριό για την περίπτωση του ζεστού νερού χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση:

$$V_{ZN}^h = \frac{1}{360} * A * L_\delta * L_h * V_{ZN} \quad \sigma\epsilon \quad \frac{m^3}{hN} \quad (2.2.7)$$

2.2.3 Εκτίμηση κατανάλωσης στον τομέα της θέρμανσης

Α. Θέρμανση, 1^η Μέθοδος: Το μεγαλύτερο μέρος των οικιακών ενεργειακών αναγκών αφορούν τον τομέα της θέρμανσης, και η εκτίμηση τους χαρακτηρίζεται από δυσκολίες και δέχεται άμεση επίδραση από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η εκτίμηση μπορεί να γίνει είτε χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία, που παρέχονται από τη ΔΕΦΑ, είτε με βάση την κατανάλωση άλλων καυσίμων, όπως για παράδειγμα το πετρέλαιο θέρμανσης.

Η εκτίμηση σύμφωνα με τη κατανάλωση του πετρελαίου θέρμανσης ξεκινάει από την έρευνα κατανάλωσης ενέργειας και στη συνέχεια προκύπτει η μέση τιμή ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου θερμάνσεως V_Π για την εξεταζόμενη περιοχή. Η τιμή αυτή σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση δύναται να μετατραπεί σε μια ενδεικτική τιμή ενεργειακών αναγκών ανά κατοικία:

$$Q_\Theta = E_\kappa * V_\Pi * \rho_\Pi * H_\Pi \quad \sigma\epsilon \quad \frac{MJ}{aN} \quad (2.2.8)$$

όπου:

Q_Θ = μέση τιμή ενεργειακών αναγκών για θέρμανση

V_Π = μέση τιμή ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου θερμάνσεως (έχει εκτιμηθεί για αστικές περιοχές και για κατοικίες με επιφάνεια 30 - 120 m², και λαμβάνεται περίπου $V_\Pi = 12$ lt/m²d)

E_κ = τυπικό εμβαδόν μέσης κατοικίας

ρ_Π = πυκνότητα πετρελαίου (ισούται με 926 kg/m³)

H_Π = θερμογόνος δύναμη πετρελαίου (ισούται με 44 MJ/kg)

Με την παραδοχή ότι ένας καυστήρας πετρελαίου και ένας φυσικού αερίου έχουν ίδιο συντελεστή απόδοσης και όμοιες λειτουργικές απώλειες, τότε προκύπτει ότι ο απαιτούμενος όγκος φυσικού αερίου ανά νοικοκυριό και έτος δίνεται από τη σχέση:

$$V_{\theta} = \frac{Q_{\theta}}{Hu} \quad \sigma\epsilon \quad \frac{m^3}{aN} \quad (2.2.9)$$

Η ετήσια αυτή τιμή κατανάλωσης ανά νοικοκυριό για να αναχθεί σε ενδεικτικές τιμές (μέση και αιχμής) είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι κλιματολογικές συνθήκες, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην καταναλωτική συμπεριφορά. Με βάση το Πίνακα 10 και το Πίνακα 11, που δίνουν τους ωριαίους και μηνιαίους συντελεστές φόρτισης L_h και L_{μ} αντίστοιχα, η ωριαία κατανάλωση αιχμής για θέρμανση περιγράφεται από τη σχέση:

$$V_{\theta}^h = \frac{1}{360} * A * L_{\mu} * L_h * V_{\theta} \quad \sigma\epsilon \quad \frac{m^3}{hN} \quad (2.2.10)$$

Ωριαίοι συντελεστές φόρτισης κατανάλωσης L_h για θέρμανση			
Ωρα	Συντελεστής	Ωρα	Συντελεστής
1	0,02122	13	0,04721
2	0,00236	14	0,04727
3	0,0	15	0,04480
4	0,0	16	0,05180
5	0,0	17	0,05896
6	0,0	18	0,07310
7	0,0	19	0,08254
8	0,02122	20	0,08962
9	0,03060	21	0,08962
10	0,04070	22	0,08018
11	0,04950	23	0,06840
12	0,04121	24	0,04727

Πίνακας 10. Συντελεστές φόρτισης L_h για θέρμανση, ανά ώρα, σύμφωνα με τη ΔΕΦΑ (σήμερα ΕΠΑ Αττικής).

Μηνιαίοι συντελεστές φόρτισης κατανάλωσης L_{μ} για θέρμανση	
Μήνες	Συντελεστής
Ιανουάριος	2,6235
Φεβρουάριος	3,4217
Μάρτιος	2,7457
Απρίλιος	1,3369
Μάιος	0,0
Ιούνιος	0,0
Ιούλιος	0,0
Αύγουστος	0,0
Σεπτέμβριος	0,0
Οκτώβριος	0,0
Νοέμβριος	0,1952
Δεκέμβριος	1,6770

Πίνακας 11. Συντελεστές φόρτισης L_{μ} για θέρμανση, ανά μήνα, σύμφωνα με τη ΔΕΦΑ (σήμερα ΕΠΑ Αττικής).

Β. Θέρμανση, 2^η Μέθοδος: Ένας ακόμα τρόπος ώστε η ετήσια κατανάλωση για θέρμανση να αναχθεί σε ωριαία τιμή αιχμής, είναι με τον υπολογισμό των ωρών πλήρους θέρμανσης κατά τη διάρκεια του έτους. Η ακόλουθη σχέση δίνει τις ετήσιες ώρες πλήρους θέρμανσης:

$$h_{\Pi\theta} = F_k * h_{\theta} * \frac{T_1 - T_2}{T_3 - T_4} \quad (2.2.11)$$

όπου:

- h_{θ} = Ώρες θέρμανσης για τους μήνες που η μέση θερμοκρασία είναι κατώτερη του ορίου θέρμανσης, το οποίο συνήθως λαμβάνεται στους 15 °C (κατώφλι θέρμανσης).
- T_1 = Μέση εσωτερική θερμοκρασία θερμαινόμενων χώρων (λαμβάνεται συνήθως στους 18,5 °C).
- T_2 = Μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά τους μήνες θέρμανσης.
- T_3 = Επιθυμητό ανώτατο όριο (ρύθμισης θερμοστάτη) εσωτερικής θερμοκρασίας (συνήθως 20 °C).
- T_4 = Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία κατά τους μήνες θέρμανσης.
- F_k = Συντελεστής ιδιαιτεροτήτων θέρμανσης (π.χ. μερική ή όχι θέρμανση των κτιρίων) και εκτιμάται στην τιμή 0,95.

Γ. Θέρμανση, 3^η Μέθοδος: Το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί και με μια πιο αναλυτική προσέγγιση, χρησιμοποιώντας τις καμπύλες παλινδρόμησης (Regression Curves), που αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο στην γραφική αναπαράσταση της κατανάλωσης με βάση τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες. Οι καμπύλες παλινδρόμησης παρουσιάζουν μια γραμμική προσέγγιση της σχέσης θερμοκρασίας και κατανάλωσης ενέργειας, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.5. Η συνολική ημερήσια οικιακή κατανάλωση υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$V_O^d = V_{MZN}^d + V_{\theta}^d \quad (2.2.12)$$

όπου:

- V_O^d = Η συνολική οικιακή κατανάλωση.
- V_{MZN}^d = Η βασική ημερήσια κατανάλωση (μαγείρεμα + ζεστό νερό).
- V_{θ}^d = Η ημερήσια κατανάλωση θέρμανσης.

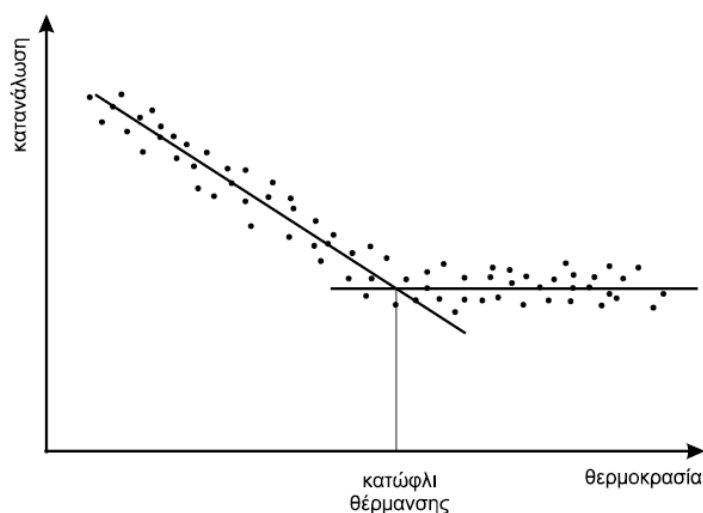
Οι καμπύλες προκύπτουν από στοιχεία από την ΕΛΣΤΑΤ για την προτίμηση κατανάλωσης πετρελαίου σε μορφή τιμών ανά δίμηνο και οι αντίστοιχες μέσες τιμές της θερμοκρασίας για την περίοδο αυτή. Αρχικά γίνεται μετατροπή σε μέση κατανάλωση ενέργειας Q των συνολικών καταναλώσεων και θεωρώντας τις ημέρες κάθε διμήνου ως 61, προκύπτει η ημερήσια κατανάλωση φυσικού αερίου V. Βασιζόμενοι σε αυτά έχουμε τη δυνατότητα να υπολογίσουμε την ωριαία κατανάλωση αιχμής και κανονικών συνθηκών, αφού θεωρήσουμε για την αιχμή την αντιπροσωπευτική μέση ελάχιστη θερμοκρασία για τους μήνες θέρμανσης (μήνες κατά τους οποίους η μέση θερμοκρασία τους είναι χαμηλότερη από τους 15 °C).

Οι θερμοκρασίες αυτές αντιστοιχούν σε καταναλώσεις βάσει της γραμμής παλινδρόμησης ανά νοικοκυριό και ημέρα, οι οποίες μετατρέπονται σε ωριαίες καταναλώσεις, εάν γίνει χρήση του δριμύτερου ωριαίου συντελεστή φόρτισης. Σύμφωνα με παλαιότερα δεδομένα μετρήσεων κατανάλωσης από τη ΔΕΦΑ μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτές οι τιμές κατανάλωσης που φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Θερμοκρασία, °C	Ημερήσια Κατανάλωση, m ³ /dN	Ωριαία κατανάλωση, m ³ /hN
Ημέρα αιχμής	3,40	7,4	0,664
Ημέρα κανονική	9,84	4,3	0,386

Πίνακας 12. Τιμές κατανάλωσης φυσικού αερίου για θέρμανση, ανά ημέρα και ανά ώρα, όπως αυτές δίνονται από τη ΔΕΦΑ.

Η ημερήσια παροχή μιας εταιρείας φυσικού αερίου έχει άμεση εξάρτηση από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες εξωτερικής θερμοκρασίας στην περιοχή διανομής, με την εξάρτηση αυτή να μεγαλώνει όσο αυξάνεται το ποσοστό των καταναλωτών που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο. Η εκτίμηση της εξάρτησης γίνεται στατιστικά και η συνάρτηση της συνολικής ημερήσιας κατανάλωσης αερίου από την εξωτερική θερμοκρασία προσεγγίζεται από δύο ευθείες παλινδρόμησης οι οποίες τέμνονται, με το σημείο αυτό να ονομάζεται «κατώφλι θέρμανσης» t_{Gd} και αποτελεί την εξωτερική θερμοκρασία, ύστερα από την οποία ξεκινούν να λειτουργούν οι θερμάνσεις.



Σχήμα 6. Η επίδραση της εξωτερικής θερμοκρασίας στην κατανάλωση αερίου (ευθείες παλινδρόμησης από τη στατιστική επεξεργασία καταγραμμένων στοιχείων κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του έτους με παράλληλη καταγραφή της θερμοκρασίας).

Στην περίπτωση μιας Εταιρείας Αερίου συσχετίζοντας τις συνολικές ημερήσιες καταναλώσεις του δικτύου χαμηλής πίεσης με τις αντίστοιχες μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες για χρονική περίοδο από 2 έως 6 έτη, η οποία περίοδος καθορίζεται με σκοπό την μικρή διακύμανση του αριθμού καταναλωτών, δεδομένου ότι η ανάλυση προϋποθέτει συγκεκριμένο δείγμα καταναλωτών.

Στο Σχήμα 7 αναλύοντας τη συμπεριφορά των καταναλωτών συσχετίζοντας τη με τη μειούμενη εξωτερική θερμοκρασία, η συνολική ημερήσια κατανάλωση περιγράφεται από τη σχέση:

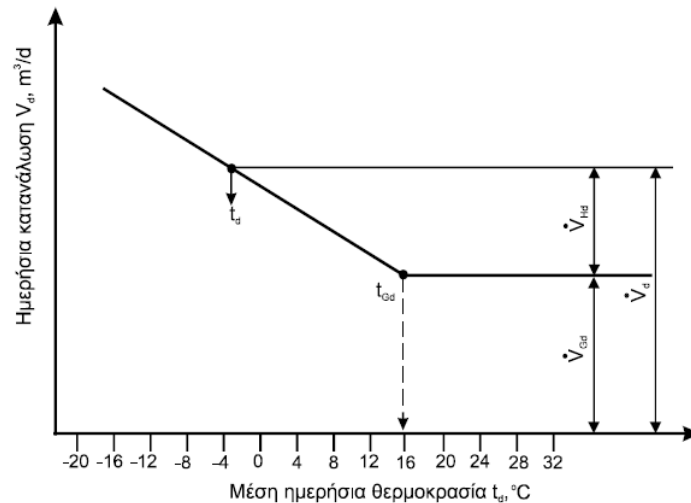
$$V_d = V_{Gd} + V_{Hd} \quad (3.2.13)$$

όπου:

V_d = Η συνολική οικιακή κατανάλωση.

V_{Gd} = Η βασική ημερήσια κατανάλωση (μαγείρεμα + ζεστό νερό).

V_{Hd} = Η ημερήσια κατανάλωση θέρμανσης.



Σχήμα 7. Εκτίμηση της εξάρτησης της εξωτερικής θερμοκρασίας στην κατανάλωση αερίου για θέρμανση.

Το μέγεθος της εξάρτησης της ημερήσιας κατανάλωσης από τη θερμοκρασία προσδιορίζεται από το Μέτρο Κλίσης (MK) της ευθείας παλινδρόμησης και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$|MK| = \frac{V_d - V_{Gd}}{t_{Gd} - t_d} = \frac{V_{Hd}}{t_{Gd} - t_d} \quad \text{για } t_d \leq t_{Gd} \quad (2.2.14)$$

Ο συντελεστής εξάρτησης από τη θερμοκρασία M_{rel} απορρέει αν η τιμή του Μέτρου Κλίσης αναχθεί στη βασική ημερήσια κατανάλωση V_{Gd} :

$$M_{rel} = \frac{|MK|}{V_{Gd}} \quad (2.2.15a)$$

ή σε ποσοστό επί τοις εκατό:

$$M = M_{rel} * 100\% \quad (2.2.15b)$$

Το M εκφράζει το ποσοστό κατά το οποίο αυξάνεται η βασική ημερήσια κατανάλωση για πτώση, κατά 1 βαθμό, της μέσης θερμοκρασίας και έτσι προκύπτει η ακόλουθη σχέση για την ημερήσια κατανάλωση:

$$V_d = V_{Gd} * [1 + M_{rel} * (t_{Gd} - t_d)] \quad (2.2.16)$$

Σημαντικό στοιχείο που πρέπει να τονιστεί είναι ότι η εξάρτηση της κατανάλωσης από τη θερμοκρασία έχει καταλυτικό ρόλο στη διαστασιολόγηση των εγκαταστάσεων για τις εταιρείες που έχουν μεγάλο αριθμό καταναλωτών θέρμανσης, οι οποίες διανέμουν φυσικό αέριο σε περιοχές στις οποίες επικρατούν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες, όπως για παράδειγμα οι περιοχές της Βόρειας Ευρώπης. Ωστόσο και στον ελληνικό χώρο η κατανάλωση φυσικού αερίου για θέρμανση εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες και είναι εξίσου αυξημένη κατά τη χειμερινή περίοδο, ιδιαίτερα σε αρκετές περιοχές της βόρειας Ελλάδας.

2.2.4 Εμπορική – Βιομηχανική Χρήση

Στη συνολική κατανάλωση φυσικού αερίου σε μια περιοχή πρέπει να ληφθεί υπόψη και η συνεισφορά της εμπορικής χρήσης διαφόρων τομέων, χρησιμοποιώντας τυπικές τιμές καταναλώσεων διαφόρων κατηγοριών εμπορικής χρήσης. Το μέγεθος της προσαύξεσης προσδιορίζεται από την τιμή της διαφοράς του συνόλου της οικιακής χρήσης και του συνόλου της εμπορικής κατανάλωσης.

Οι μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, ή αλλιώς οι σημειακοί καταναλωτές, εφαρμόζεται μια διεθνής πρακτική η οποία προβλέπει τη δημιουργία ιδιαίτερου δικτύου, που θα καλύπτει τις ανάγκες με σκοπό να μην επηρεάζεται η ομαλή λειτουργία του βασικού δικτύου, λόγω των απότομε βυθίσεις πίεσεως – παροχής). Η κατανάλωση στις βιομηχανικές μονάδες έχει άμεση εξάρτηση από ιδιάζοντες παράγοντες, οι οποίοι αφορούν την παραγωγική στρατηγική καθώς και την επενδυτική πολιτική που ακολουθούν.

2.2.5 Συνολικές εκτιμήσεις κατανάλωσης της περιοχής

Για να εκτιμήσουμε τη συνολική κατανάλωση της περιοχής κατά τη διάρκεια κάθε ώρας και να αξιολογήσουμε το φορτίο του κεντρικού δικτύου, πρέπει να προσθέσουμε τις μεμονωμένες καταναλώσεις που υπολογίστηκαν για τους προηγούμενους χρήστες. Επιπλέον, λαμβάνουμε υπόψη το ποσοστό του ετεροχρονισμού, καθώς είναι απίθανο οι αιχμηρές τιμές να συμπίπτουν ακριβώς,

καθώς και το ποσοστό διείσδυσης του φυσικού αερίου για το συγκεκριμένο έτος σε αυτή την περιοχή. Τα συνολικά αθροίσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 13 και το μέγεθος της συνολικής κατανάλωσης αποτελεί το βασικό στοιχείο για τον τεχνικό υπολογισμό του δικτύου διανομής στην υπό μελέτη περιοχή καθώς και των σχετικών οικονομοτεχνικών μελετών. Αυτά τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν για να αξιολογηθεί η απαιτούμενη χωρητικότητα του δικτύου και για την πραγματοποίηση σχετικών οικονομικών αναλύσεων.

Οικιακή κατανάλωση	Ετεροχρονισμός	Ωριαία κατανάλωση, m ³ /hN
Μαγείρεμα + Ζεστό Νερό	0,8	0,8 (V _M ^h + V _{ZN} ^h)
Θέρμανση	0,8	0,8 V _Θ ^h
Σύνολο οικιακής:		V_O^h = 0,8(V_M^h + V_{ZN}^h) + 0,8V_P^h
	Ποσοστό προσαύξησης	
Εμπορική κατανάλωση	D	V _E ^h = [0,8(V _M ^h + V _{ZN} ^h) + 0,8V _P ^h] D
Σύνολο οικ/κής+εμπ/κής:		V_{OE}^h = V_O^h + V_E^h
Ποσοστό διείσδυσης		W
Αριθμός νοικοκυριών		N
Συνολική κατανάλωση:		V_{tot}^h = N W V_{OE}^h ($\frac{m^3}{h}$)

Πίνακας 13. Προσδιορισμός της συνολικής κατανάλωσης αιχμής βάσει της οποίας θα πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός του δικτύου, από την άθροιση των εκάστοτε καταναλώσεων.

2.2.6 Ανάλυση των καταναλώσεων αερίου - καμπύλες κατανάλωσης

Η μελετητική ομάδα με επικεφαλή τον κ. Παπανίκα Δ. το 1987 πραγματοποίησε μελέτη για τη Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου Αθηνών (ΔΕΦΑ), που ύστερα από την εισαγωγή του Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα διευρύνθηκε και μετονομάστηκε σε Εταιρεία Παροχής Αερίου – ΕΠΑ Αττικής. Έως το 2008 δεν είχαν δημοσιευθεί παρόμοιες αναλύσεις, με αποτέλεσμα η έρευνα αυτή να διατηρεί το πρωτότυπο χαρακτήρα της και ειδικά τη χρησιμότητάς στις τρέχουσες εφαρμογές φυσικού αερίου.

Πιο συγκεκριμένα η μελέτη αυτή αφορούσε τη μεταβολή των καταναλώσεων στο δίκτυο Αθηνών για τη χρονική περίοδο 1984 – 1987 σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των εξής στοιχείων:

- ❖ Την κατανάλωση ανά ώρα για το δίκτυο Χαμηλής Πίεσης από Ιούνιο 1985 έως Δεκέμβριο 1987.
- ❖ Ημερήσιες και Μηνιαίες Καταναλώσεις και κατανομή τους στο δίκτυο χαμηλής πίεσης και στο βιομηχανικό δίκτυο από Ιούλιο 1985 έως Δεκέμβριο 1987.
- ❖ Συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις και κατά κατηγορία καταναλωτών (δίκτυο χαμηλής πίεσης, βιομηχανικό δίκτυο), όπως και ο αριθμός των κατά κατηγορία καταναλωτών για τα έτη 1984 – 1987.

Οι αναλυτικές ωριαίες καταναλώσεις αφορούσαν μόνο το δίκτυο χαμηλής πίεσης και δεν διαχωρίζονταν κατά κατηγορία καταναλωτών. Κατά τη εκπόνηση της μελέτης εντοπίστηκαν διαφορές μεταξύ των μετρηθείσων συνολικών καταναλώσεων τροφοδοσίας του δικτύου χαμηλής πίεσης και των συνολικών ποσοτήτων φυσικού αερίου που πωλήθηκαν στο ίδιο δίκτυο, με τις διαφορές αυτές να οφείλονται κυρίως στις διαφυγές που με ειδικές τεχνικές παρεμβάσεις είχαν περιοριστεί στο ελάχιστο. Κατά συνέπεια, οι αναλυτικές καταναλώσεις του δικτύου χαμηλής πίεσης ανά ώρα, συμπεριλαμβάνουν και τις διαφυγές, που σημαίνει ότι τις ώρες που η κατανάλωση είναι σε χαμηλά επίπεδα (πρώτες πρωινές ώρες) να υπάρχει αξιοσημείωτη κατανάλωση στο δίκτυο.

Αντίθετα οι συνολικές καταναλώσεις ανά μήνα διαχωρίζονται βάσει κατηγορίας καταναλωτών και συνολικά η οικιακή κατανάλωση αποτελεί ποσοστό της τάξεως από 31% έως 37% περίπου για τα έτη που υπάρχουν μετρήσεις.

Όλα αυτά τα στοιχεία αναλύθηκαν επαρκώς με σκοπό να σχηματιστεί ξεκάθαρη εικόνα για τη μεταβολή της ζήτησης φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια της ημέρας (ωριαία διακύμανση καταναλώσεων) και της διάρκειας του χρόνου (μηνιαία διακύμανση καταναλώσεων), για τον κάθε καταναλωτή. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής και μέσω κατάλληλων υπολογιστικών συστημάτων έγινε:

- ❖ Αναπαράσταση δεδομένων σε μορφή καμπυλών.
- ❖ Ανάλυση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.
- ❖ Ανάλυση Fourier.

Αρχικά το ενδιαφέρον εστιάστηκε στην επιλογή τυπικών καμπυλών διακύμανσης της ζήτησης φυσικού αερίου ανά κατηγορία καταναλωτών, και στη συνέχεια έγινε διαχωρισμός στις ακόλουθες κυριότερες κατηγορίες καταναλωτών:

- ❖ Οικιακοί και επαγγελματικοί καταναλωτές.
- ❖ Καταναλωτές θέρμανσης.
- ❖ Βιομηχανικοί καταναλωτές.

Στο δίκτυο χαμηλής πίεσης μικρό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης αερίου αποτελεί η οικιακή κατανάλωση για ζεστό νερό και μαγείρεμα, και εκτιμάται



σε ποσοστό της τάξεως 15 – 18 % περίπου. Επίσης, λόγω έλλειψης αναλυτικότερων στοιχείων για το σαφή διαχωρισμό των δύο κατηγοριών, επαγγελματικής και οικιακής κατανάλωσης ενσωματώθηκαν.

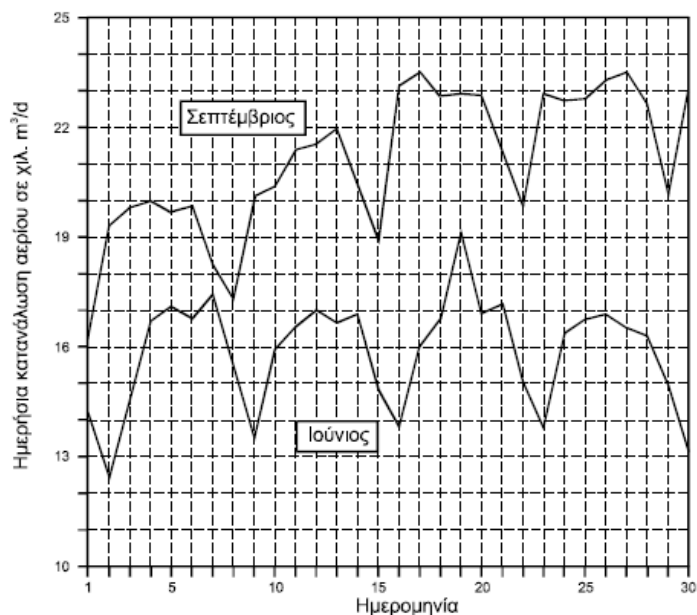
Στον τομέα της θέρμανσης η ωριαία ζήτηση επιβαρύνεται με αποτέλεσμα να συμβάλει στη μετατόπιση των καμπυλών προς υψηλότερες καταναλώσεις και μερική διαφοροποίηση των αιχμών ειδικά κατά τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες. Στην κεντρική θέρμανση η διείδυση του φυσικού αερίου, όμως, η οποία εκτιμάται από αναπτυξιακά σενάρια της εκάστοτε εταιρείας, θα ασκεί σημαντική επιρροή στις ωριαίες καταναλώσεις με αποτέλεσμα να προκύπτουν σημαντικές αιχμές ζήτησης, λόγω της ταυτόχρονης λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Συνεπώς κρίθηκε απαραίτητο να γίνει διαχωρισμός των καταναλωτών για θέρμανση σε ανεξάρτητη κατηγορία.

Στη βιομηχανία οι καμπύλες κατανάλωσης παρουσιάζουν ιδιομορφία, η οποία οφείλεται στις μεγάλες ποσότητες ζήτησης φυσικού αερίου του εκάστοτε καταναλωτή καθώς και στον τρόπο λειτουργίας των μονάδων, γεγονός που αποτέλεσε αιτία για τη διατήρηση των βιομηχανικών καταναλωτών σε ανεξάρτητη κατηγορία.

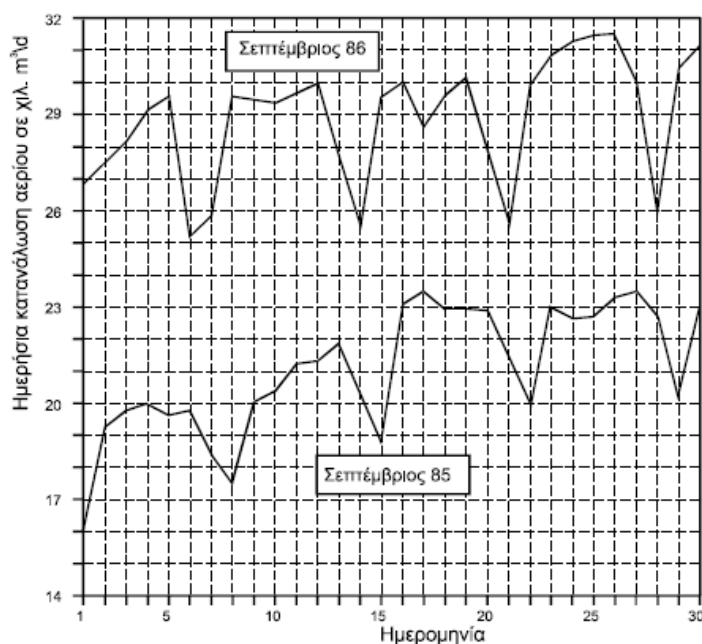
Με την ολοκλήρωση του διαχωρισμού των καταναλωτών σε κατηγορίες έγινε προσπάθεια να εξαχθούν αντιπροσωπευτικές καμπύλες διακύμανσης της ζήτησης του αερίου, για την εκάστοτε κατηγορία, σύμφωνα με το ακόλουθο σκεπτικό.

Αφού διαπιστώθηκε η ομοιομορφία των ημερήσιων διακυμάνσεων της κατανάλωσης κατά τη διάρκεια της εβδομάδας, Σχήμα 8 και Σχήμα 9, για δύο τυπικούς μήνες χωρίς αργίες και θέρμανση και χωρίς περιόδους διακοπών (Ιούνιο και Σεπτέμβριο). Από τις καμπύλες διακύμανσης κατανάλωσης αερίου εξήχθησαν τα συμπεράσματα ότι, η συνολική κατανάλωση μιας καθημερινής δεν μεταβάλλεται σημαντικά μέσα στην εβδομάδα, ενώ εμφανίζεται συνήθως έντονη μείωση το Σαββατοκύριακο, που κυρίως οι επαγγελματικές δραστηριότητες είναι αρκετά περιορισμένες. Επιπλέον, η διακύμανση της εβδομαδιαίας ζήτησης κατά τη διάρκεια ενός μήνα είναι αμελητέα και μπορεί να θεωρηθεί σταθερή.

Το σκεπτικό επιλογής των χρονικών περιόδων, όπως οι μήνες Μάιος, Ιούνιος και Σεπτέμβριος έγινε επειδή κατά τη διάρκεια αυτών η θέρμανση δεν επιβαρύνει την υπόλοιπη κατανάλωση του δικτύου χαμηλής πίεσης και κατά συνέπεια διαπιστώθηκε ότι η μεταβολή της ωριαίας κατανάλωσης μιας τυπικής καθημερινής κατά τη διάρκεια των παραπάνω περιόδων παρουσιάζει μικρές διαφορές, με το ίδιο να ισχύει και για το Σαββατοκύριακο.



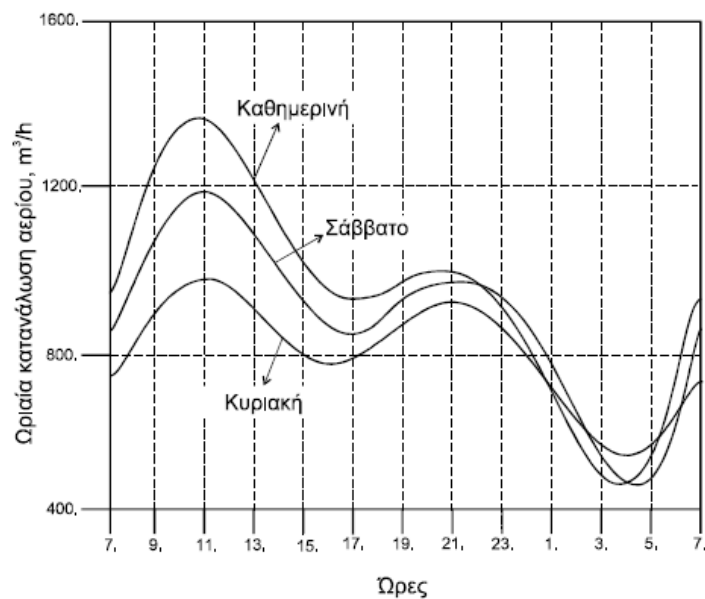
Σχήμα 8. Διακύμανση της κατανάλωσης αερίου στο δίκτυο χαμηλής πίεσης Αθηνών ανά ημέρα για τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο του έτους 1985. Η πτώση που παρατηρείται τέσσερις φορές το μήνα συμπίπτει με τα Σαββατοκύριακα.



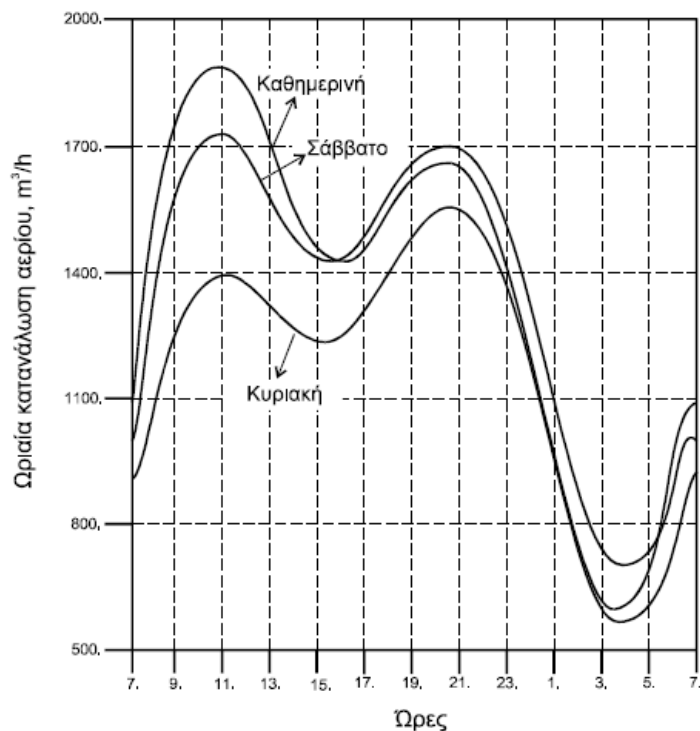
Σχήμα 9. Διακύμανση της κατανάλωσης αερίου στο δίκτυο χαμηλής πίεσης, ανά ημέρα για το μήνα Σεπτέμβριο των ετών 1985-1986.

Επιπλέον, από την ανάλυση προέκυψαν τυπικές καμπύλες κατανάλωσης ανά ώρα για καθημερινές και για σαββατοκύριακα, όπως φαίνονται στο Σχήμα 10, οι οποίες προσδιορίζουν τη μεταβολή για την επαγγελματική και οικιακή χρήση σε περιόδους που δεν χρησιμοποιείται η θέρμανση. Για τους μήνες Ιανουάριο,

Φεβρουάριο και Μάρτιο, που η θέρμανση ασκεί επιβάρυνση στην υπόλοιπη κατανάλωση, προέκυψαν αντίστοιχες τυπικές καμπύλες κατανάλωσης για καθημερινές και για σαββατοκύριακα, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 11. Χαρακτηριστικά σημεία για αυτές τις καμπύλες είναι η κατανάλωση αιχμής κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου, που φαίνεται ότι είναι γύρω στις 11:00 π.μ., ώρα η οποία συμπίπτει με τη συσσώρευση δραστηριοτήτων, όπως το μαγείρεμα και η αιχμή των εργασιών, και η επόμενη αύξηση της κατανάλωσης, όμως λιγότερο έντονη, να εμφανίζεται μεταξύ των ωρών 08:00 μ.μ. έως 10:00 μ.μ. και τέλος το σημείο ελάχιστης κατανάλωσης να είναι τις πρώτες πρωινές ώρες μεταξύ 03:00 – 05:00 π.μ.



Σχήμα 10. Τυπικές καμπύλες διακύμανσης της κατανάλωσης φυσικού αερίου, σε ωριαία χρονική περίοδο, στο δίκτυο χαμηλής πίεσης των Αθηνών για το χρονικό εύρος κατά το οποίο δεν επιβαρύνεται από τη θέρμανση το έτος 1986 (με ανάλυση Fourier).



Σχήμα 11. Τυπικές καμπύλες διακύμανσης της κατανάλωσης φυσικού αερίου, ανά ώρα, στο δίκτυο χαμηλής πίεσης των Αθηνών, κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους 1986.

2.3 Μεθοδολογία Πρόβλεψης Καταναλώσεων Βάσει Στατιστικών Στοιχείων

Για την εκπόνηση μιας μελέτης φυσικού αερίου, είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί ένα υπολογιστικό σύστημα, που θα επιτρέπει να προβλέψουμε τη διαχρονική εξέλιξη της ζήτησης αερίου, βασιζόμενο σε ένα προκαθορισμένο μοντέλο. Αυτό το σύστημα μπορεί να αξιοποιεί τις καμπύλες διακύμανσης της ζήτησης αερίου κατά ώρα και μήνα, λαμβάνοντας υπόψη την εμπορική και οικιακή κατανάλωση, τη θέρμανση και τη βιομηχανία.

Αυτό το σύστημα υπολογισμού μπορεί να βασίζεται σε στατιστικές μεθόδους και μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία εξετάζουν τις τάσεις και τα πρότυπα της ζήτησης αερίου στο παρελθόν και τα χρησιμοποιούν για να προβλέψουν τη μελλοντική ζήτηση. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να αξιολογήσουμε τις ανάγκες που προκύπτουν από την κατανάλωση αερίου σε διάφορους τομείς και να λάβουμε υπόψη τους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση, ώστε να δημιουργήσουμε ένα πλήρες και αξιόπιστο μοντέλο για τον υπολογισμό της ζήτησης αερίου. Αυτή η προσέγγιση μας επιτρέπει να προβλέψουμε τις αναγκαίες ποσότητες αερίου για το μέλλον, βοηθώντας έτσι στον σχεδιασμό και τη διαχείριση των αντίστοιχων υποδομών και πόρων. Με βάση αυτές τις προβλέψεις, μπορούμε να προσαρμόσουμε την παραγωγή, την αποθήκευση και τη διανομή του αερίου, προσφέροντας έτσι μια αποτελεσματική και αειφόρο προσέγγιση στον τομέα της ενέργειας.

Συνολικά, η ανάπτυξη ενός συστήματος υπολογισμού για τη διαχρονική εξέλιξη της ζήτησης αερίου είναι ουσιώδης για την αξιολόγηση και την πρόβλεψη των ενεργειακών αναγκών και την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων μας.

2.3.1 Εκτίμηση Αναγκών του Φυσικού Αερίου

Για να παρουσιάσουμε με ακρίβεια τη διακύμανση της ζήτησης αερίου σε διάφορα χρονικά διαστήματα, όπως ημέρα, εβδομάδα και μήνας, για κάθε κατηγορία καταναλωτών, είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν αξιόπιστες καμπύλες. Αυτές οι καμπύλες παρουσιάζουν την τυπική ζήτηση φυσικού αερίου σε συγκριτικά με μια μέση τιμή για τον εκάστοτε τύπο καταναλωτή. Η δημιουργία αυτών των καμπυλών βασίζεται στην ανάλυση δεδομένων μέτρησης, τα οποία διαθέτει για προηγούμενα έτη η εταιρεία φυσικού αερίου. Επιπλέον, γίνεται σύγκριση των καμπύλων αυτών με αντίστοιχες που προέρχονται από διάφορες μελέτες και τη βιβλιογραφία, προσφέροντας έτσι μια ολοκληρωμένη εικόνα της ζήτησης αερίου σε διάφορα χρονικά πλαίσια και κατηγορίες καταναλωτών.

Το προφίλ της μεταβολής της ζήτησης αερίου ανά κατηγορία χρησιμοποιείται ως βάση για το μοντέλο πρόβλεψης της διαχρονικής εξέλιξης της ζήτησης στο μέλλον. Αυτό το μοντέλο λαμβάνει υπόψη τα επιλεγμένα σενάρια που προβλέπει η εταιρεία αερίου για την επόμενη πενταετία ή δεκαετία. Σε αυτό το μοντέλο, η ετήσια αύξηση της ζήτησης αερίου για κάθε κατηγορία καταναλωτών κατανέμεται ομοιόμορφα στους μήνες του έτους. Ειδική σημασία δίνεται στη βιομηχανία, καθώς οι καμπύλες διακύμανσης της ζήτησης φυσικού αερίου παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ανάλογα με τον τύπο της βιομηχανίας που εντάσσεται στο δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε βιομηχανικός κλάδος έχει τις δικές του χαρακτηριστικές καμπύλες ζήτησης, οι οποίες λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση και πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης αερίου για τη βιομηχανία.

Το υπολογιστικό σύστημα που περιγράφεται χρησιμοποιεί τις καμπύλες κατανάλωσης καθώς και τη διαχρονική εξέλιξη της αύξησης της κατανάλωσης για τη κάθε κατηγορία καταναλωτών. Έτσι, τα αποτελέσματα που παράγονται από το σύστημα συμπεριλαμβάνουν τη διαχρονική ζήτηση του φυσικού αερίου σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή στο μέλλον, με ωριαία χρονική ακρίβεια. Επιπλέον, υπολογίζονται οι απαιτούμενες αποθήκες σε ετήσια, εβδομαδιαία και ημερήσια βάση για τα δίκτυα διανομής χαμηλής και υψηλής πίεσης, καθώς και για το δίκτυο μεταφοράς χωριστά.

2.3.2 Αλγόριθμος και χαρακτηριστικά του συστήματος υπολογισμού πρόβλεψης καταναλώσεων

Το υπολογιστικό σύστημα μπορεί να αντιληφθεί τις καμπύλες διακύμανσης της ζήτησης αερίου ώρα προς ώρα και μήνα προς μήνα με τη χρήση σχετικών συντελεστών βαρύτητας. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής μαθηματικών

συναρτήσεων ως καμπυλών διακύμανσης της ζήτησης, όπως η σειρά Fourier ή η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων.

Τα δεδομένα που απαιτούνται από το σύστημα περιλαμβάνουν τη συνολική κατανάλωση – στόχο ανά κατηγορία καταναλωτών αλλά και την ετήσια εξέλιξή της. Αρχικά γίνεται γραμμική πρόσθεση της ετήσιας αύξησης της κατανάλωσης με την αντίστοιχη μηνιαία κατανάλωση. Επίσης, καθορίζεται η χρονική περίοδος που απαιτεί ο υπολογισμός της ζήτησης, δηλαδή η ελάχιστη χρονική περίοδος, που είναι η ώρα καθώς και το έτος για το οποίο απαιτούνται οι χώροι αποθήκευσης για την εύρυθμη λειτουργία του δικτύου. Επιπλέον, ορίζονται οι συντελεστές αιχμής του δικτύου.

Ο υπολογισμός των αναγκαίων χώρων αποθήκευσης για την κάλυψη των αιχμών ζήτησης του φυσικού αερίου πραγματοποιείται με δύο τρόπους. Ο ένας τρόπος είναι με βάση τη μέση κατανάλωση του δικτύου, και ο άλλος είναι με βάση τη μέγιστη δυνατότητα παραγωγής αερίου από τις αντίστοιχες μονάδες που μπορεί κάποιος να επιλέξει ή τη μέγιστη δυνατότητα προμήθειας από την κεντρική εταιρεία αερίου, περίπτωση για την οποία ζητείται από το σύστημα η μέγιστη ημερήσια δυνατότητα παραγωγής ή προμήθειας.

Τα αποτελέσματα του συστήματος περιλαμβάνουν τις προβλεπόμενες καμπύλες κατανάλωσης ανά κατηγορία καταναλωτών για οποιαδήποτε χρονική περίοδο στο μέλλον, όπως για μια πενταετία ή για μια δεκαετία. Αυτές οι καμπύλες εκτιμώνται με τη χρήση της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων για την ομαλοποίησή τους και σχεδιάζονται με τη χρήση ενσωματωμένου συστήματος γραφικών. Επιπλέον, υπολογίζονται οι απαιτούμενοι χώροι αποθήκευσης χώροι για τα δίκτυα διανομής χαμηλής και υψηλής πίεσης, καθώς και για το δίκτυο μεταφοράς, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες του δικτύου λόγω των ετήσιων, των εβδομαδιαίων και των ημερήσιων μεταβολών της κατανάλωσης. Επιπλέον, υπολογίζονται οι αντίστοιχοι συντελεστές αιχμής του δικτύου, που προκύπτουν από τη διακύμανση της κατανάλωσης.

Το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα χρήσης διαφόρων μοντέλων πρόβλεψης για την μελλοντική ανάπτυξη των πωλήσεων αερίου. Αυτό επιτρέπει στις εταιρείες να προβλέψουν τη ζήτηση και να αντλήσουν συμπεράσματα σχετικά με τις αντίστοιχες απαιτούμενες εγκαταστάσεις. Με την εφαρμογή επαναληπτικών υπολογισμών για καταναλωτές με διαφορετικά προφίλ διακύμανσης, όπως βιομηχανίες με διαφορετικούς κύκλους εργασιών, επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός των βέλτιστων πελατών, με σκοπό οι επενδύσεις για τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις παραγωγής και διανομής αερίου να είναι ελάχιστες.

2.4 Πρόβλεψη Πωλήσεων Φυσικού Αερίου με Αναπτυξιακές Παραμέτρους και Τιμολόγηση Αυτού

Η ανοδική τάση στις πωλήσεις του φυσικού αερίου καθίσταται δυνατή χρησιμοποιώντας βραχυπρόθεσμα (1-2 ετών), μεσοπρόθεσμα (2-5 ετών) και

μακροπρόθεσμα (πάνω από 5 έτη) μοντέλα πρόβλεψης κατανάλωσης αερίου. Εάν είναι αυτόνομο το μοντέλο, καθορίζει την αύξηση των πωλήσεων σύμφωνα με την ιστορία της δυναμικής του φυσικού αερίου στην αγορά ενέργειας, δεδομένου ότι υπάρχουν ιστορικά δεδομένα κατανάλωσης για την υπό εξέταση περιοχή. Διαφορετικά, κάνοντας χρήση κατάλληλων μοντέλων ενεργειακού σχεδιασμού είναι εφικτό να μπορεί να προβλεφθεί θεωρητικά η κατανάλωση φυσικού αερίου.

Το αυτόνομο μοντέλο απαιτεί μια ισορροπία των διαφόρων μορφών αγορών ενέργειας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση, της ΔΕΦΑ, που αποτελεί στην Ελλάδα το πρώτο φορέα διανομής φυσικού αερίου, η αύξηση των πωλήσεων προσδιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την απόφαση για αύξηση της διείσδυσης φυσικού αερίου στον χώρο της ενεργειακής αγοράς. Μπορούν να επιλεγθούν λογικοί στόχοι και σενάρια σχετικά με την αύξηση των πωλήσεων, των οποίων η αξιολόγηση συνδέεται με τη διαθεσιμότητα φυσικού αερίου, συνεπαγόμενη βέβαια αντίστοιχη ανάπτυξη επενδύσεων σε νέες εγκαταστάσεις. Σε αυτή την περίπτωση, είναι απαραίτητη η πρόβλεψη της ζήτησης φυσικού αερίου σύμφωνα με το σενάριο-στόχο, που έχει τεθεί.

2.4.1 Οικονομικό μοντέλο για την εκτίμηση της αύξησης των πωλήσεων αερίου

Η εξέλιξη του μελλοντικού εφοδιασμού με φυσικό αέριο είναι απίθανο να προσδιοριστεί με ακρίβεια, και κάθε πρόβλεψη πρέπει να βασίζεται σε προηγούμενα δεδομένα αλλά και σε εκτιμήσεις για την μελλοντική εξέλιξη. Η επιτυχία μιας καλής πρόβλεψης έγκειται στον σχηματισμό ενός «συνδεδετικού κρίκου» των ιστορικών δεδομένων της δυναμικής του φυσικού αερίου στο αγοραστικό κοινό, μεταξύ του παρελθόντος, του παρόντος και του μέλλοντος. Κύρια παράμετρος για την εκτίμηση είναι η καλύτερη γνώση της μεταβολής παραγόντων, που επηρεάζουν την αγορά αερίου, όσο αυτό είναι εφικτό. Η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου, η εξέλιξη του ακαθάριστου εθνικού εισοδήματος, η μεταβολή του δείκτη τιμών καταναλωτή και η τιμή άλλων μορφών ενέργειας αποτελούν τέτοιου είδους παράγοντες καθοριστικής σημασίας.

Επιπλέον, ορισμένοι από αυτούς τους παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν τις πωλήσεις μόνο σε ορισμένες κατηγορίες καταναλωτών φυσικού αερίου και αντίστοιχα εμπλέκονται παράγοντες που διακρίνουν ιδιαίτερα τις συγκεκριμένες κατηγορίες κατανάλωσης. Λόγω απουσίας τέτοιων αναλύσεων κατανάλωσης φυσικού αερίου στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται η μέθοδος AGA (American Gas Association), παρά το γεγονός ότι είναι προσαρμοσμένη σε μια προηγμένη αγορά ενός ανεπτυγμένου κράτους, η οποία στηρίζεται σε μακροχρόνια στατιστικά δεδομένα.

Το μοντέλο αυτό, που περιγράφεται παρακάτω, βασιζόμενο σε στοιχεία της AGA, έχει ως σκοπό την εξαγωγή του γραφήματος ζήτησης – τιμή πώλησης του φυσικού αερίου. Κύριες παραδοχές του είναι:

- Η ισορροπημένη κατάσταση στην αγορά διαφόρων μορφών ενέργειας, η οποία αναφέρεται στη σταθερότητα της σχέσης μεταξύ της τιμής πώλησης αερίου, της τιμής άλλων καυσίμων και της τιμής καταναλωτικών αγαθών.
- Η συνεχής επέκταση του δικτύου συνοδεύεται από σταθερό ρυθμό ανάπτυξης των πωλήσεων φυσικού αερίου.

Για τη ορθή υλοποίηση του μοντέλου εκτίμησης βασικό χαρακτηριστικό αποτελεί να υπάρχουν χρονικά εκτενή στατιστικά στοιχεία των παραγόντων, οι οποίοι εμπλέκονται και επιδρούν στην διαθεσιμότητα του φυσικού αερίου στην ενεργειακή αγορά.

Δεδομένου ότι ισχύουν οι παραπάνω παραδοχές είναι εφικτό να αποτυπωθεί μαθηματικά ένα «οικονομετρικό πρότυπο», το οποίο συναρτάται στο σημείο αυτό με την κατανάλωση αερίου από τους ρυθμιστικούς παράγοντες. Η συνάρτηση που προκύπτει είναι εκθετικής, λογαριθμικής ή πολυωνυμικής μορφής, με τους συντελεστές των αντίστοιχων συναρτήσεων να καθορίζονται με την αξιοποίηση στατιστικών στοιχείων και την εφαρμογή μιας στατιστικής τεχνικής, της μεθόδου της παλινδρόμησης (Regression Analysis). Κάθε φορά αλλάζοντας τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών και παρατηρώντας την εξομίωση με τα πραγματικά στοιχεία είναι εφικτή η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγορά φυσικού αερίου καθώς και σε ποιο βαθμό.

Στην οικιακή χρήση (μαγείρεμα, ζεστό νερό, θέρμανση) οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση φυσικού αερίου, σύμφωνα με διεθνή πρότυπα, είναι:

- a. Η τιμή που ο οικιακός καταναλωτής πληρώνει για την αγορά του φυσικού αερίου.
- b. Ο αριθμός των ημερών του έτους που απαιτείται θέρμανση.
- c. Το ετήσιο μέσο εισόδημα του καταναλωτή.
- d. Ο δείκτης τιμών καταναλωτή.

Στον οικιακό τομέα η κατανάλωση φυσικού αερίου μπορεί να περιγραφεί βάσει των προαναφερθέντων παραγόντων από τη σχέση:

$$\ln(MCF) = a + b * \ln(GAS) + c * \ln(HDD) + \ln(INC) \quad (2.4.1)$$

όπου:

MCF = Η κατανάλωση φυσικού αερίου για κάθε οικιακό καταναλωτή.

GAS = Η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου για οικιακή χρήση.

HDD = Οι ημέρες που απαιτείται θέρμανση (βαθμοημέρες θέρμανσης).

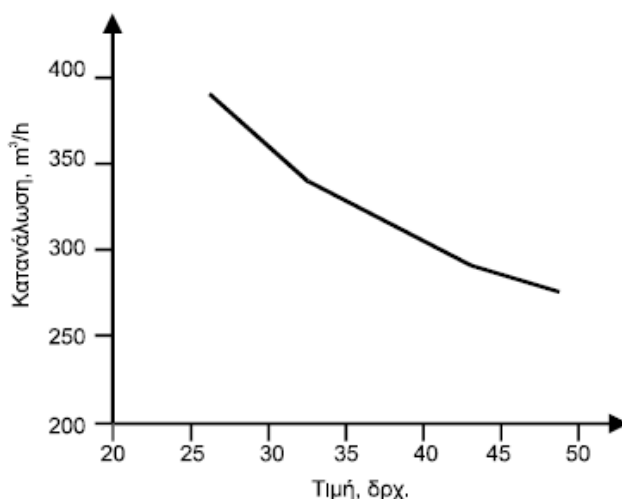
INC = Το ετήσιο οικονομικό εισόδημα του καταναλωτή.

Το άθροισμα της διαφοράς της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων (θεωρείται συνήθως περίπου ίση με 20 °C) κατά την περίοδο ετοιμότητας λειτουργίας των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης

δίνει τις βαθμομέρες θέρμανσης. Σύμφωνα με εκτενή στατιστικά δεδομένα και με τη βοήθεια της μεθόδου παλινδρόμησης (regression analysis) είναι εφικτός ο καθορισμός των συντελεστών a , b , c , d . Η μέθοδος αυτή ύστερα από τις απαιτούμενες αναπροσαρμογές εφαρμόστηκε στις συνθήκες αγοράς Αερίου Πόλης της ΔΕΦΑ στην Αθήνα. Αναπτύχθηκε έτσι ένας ειδικός αλγόριθμος και καταστρώθηκε ένα πρόγραμμα υπολογισμού, από το οποίο εισάγοντάς του τα στατιστικά στοιχεία οικιακής κατανάλωσης, και τη τιμή του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα της χρονικής περιόδου από το 1984 έως το 1987 της εταιρείας αερίου, που βέβαια θεωρείται πολύ μικρό δείγμα, προέκυψε η ακόλουθη σχέση:

$$\ln(MCF) = 7,8609 - 0,5987 * \ln(GAS) \quad (2.4.2)$$

Σύμφωνα με τη σχέση αυτή προκύπτει η γραφική αναπαράσταση της ζήτησης φυσικού αερίου για οικιακή χρήση, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 12, όπου φαίνεται ότι η τιμή του αερίου έχει άμεση επίδραση στην κατανάλωση.



Σχήμα 12. Γράφημα ζήτησης φυσικού αερίου ανά οικιακό καταναλωτή συναρτήσει της τιμής του σε δραχμές (όπου το 1999, 340,75 δραχμές = 1 ευρώ).

Τέλος είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η εκτίμηση με το προαναφερθέν μοντέλο μπορεί να καταστεί εφικτή με ικανοποιητικό επίπεδο ακρίβειας μόνο για περιορισμένου χρόνου περιόδους.

2.4.2 Η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου

Το μέγεθος της τιμής που πωλείται το φυσικό αέριο και γενικώς η πολιτική πωλήσεων της εταιρείας αερίου προσδιορίζονται κυρίως από τις ανταγωνιστικές τιμές των φορέων ενέργειας. Για την περίπτωση της χώρας μας σημαίνει ότι εξαρτάται βασικά από την τιμή πώλησης του πετρελαίου θέρμανσης και του ηλεκτρικού ρεύματος. Σαφώς στη διαμόρφωση του τιμολογίου παίζουν σημαντικό

ρόλο και άλλοι παράγοντες, όπως για παράδειγμα ότι το φυσικό αέριο έχει αρκετά πλεονεκτήματα για διάφορες εφαρμογές, οι σκοπιμότητες αναπτυξιακής και ενεργειακής πολιτικής για την επιτάχυνση της υιοθέτησης του φυσικού αερίου στην παραγωγή καθώς και η προσφορά κινήτρων για τους νέους καταναλωτές. Επίσης αρκετά σημαντικός παράγοντας είναι το κοστολόγιο της ΔΕΠΑ (Δημόσια Επιχείρηση Αερίου), η οποία είναι η προμηθεύτρια εταιρεία φυσικού αερίου των Εταιριών Διανομής Αερίου (ΕΔΑ) ή των Εταιριών Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) προς διανομή στους καταναλωτές, όπως προβλέπει ο Νόμος 2364/95.

Οι κρατικές ή ημικρατικές εταιρείες έχουν κοστολόγιο, το οποίο εξαρτάται άμεσα από την τιμή αγοράς του φυσικού αερίου, του οποίου η παραγωγή δεν γίνεται στην Ελλάδα, αλλά γίνεται εισαγωγή του από χώρες όπως η Ρωσία, η Αλγερία και η Τουρκία. Σε αυτές τις χώρες για να αναπτυχθεί το δίκτυο μεταφοράς του αερίου έχουν ήδη γίνει μεγάλες επενδύσεις και τα επόμενα χρόνια προγραμματίζονται και νέες για την ανάπτυξη και την δημιουργία των δικτύων, και των συστημάτων διανομής και κατανομής. Δεδομένου ότι τα έργα για την ανάπτυξη της υποδομής του φυσικού αερίου έχουν ιδιαίτερα μεγάλο κόστος και παρά το γεγονός ότι μεγάλο μέρος αυτών έχουν εργοδότη κρατικό φορέα, η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί μέσω δανείων έναν επιπλέον χρηματοδότη για τα έργα αυτά, των οποίων οι τόκοι, ακόμα και μακροπρόθεσμα, πρέπει να γίνει αποπληρωμή τους από τα έσοδα που προκύπτουν από τις πωλήσεις του αερίου. Για το λόγο αυτό η ισχύουσα νομοθεσία ορίζει ρητά ότι «η τιμολόγηση υπηρεσιών μεταφοράς φυσικού αερίου θα λαμβάνεται υπόψη ιδίως η αρχή της απόδοσης των επενδεδυμένων κεφαλαίων και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου της ΔΕΠΑ Α.Ε. και του ΔΕΣΦΑ ως Διαχειριστή του Εθνικού Συστήματος».

Νομοθετικά έχει ήδη γίνει καθορισμός, ότι σε εθνικό επίπεδο η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου πρέπει να είναι ενιαίες, εμφανίζοντας μικρές αποκλίσεις στα κοστολόγια των περιφερειακών Επιχειρήσεων Παροχής Αερίου ΕΠΑ. Επιπλέον, όπως ήδη είναι γνωστό η τιμή του φυσικού αερίου έχει άμεση συνάρτηση με την τιμή πώλησης του πετρελαίου, καθώς διεθνώς παρατηρείται μια συνεχής εξέλιξη, και στην εκάστοτε χώρα η τιμή, συνδιαμορφώνεται σύμφωνα με την πολιτική τιμολόγησης της ενέργειας. Στη χώρα μας για να επιταχυνθεί η διάδοση της χρήσης του φυσικού αερίου και η διείσδυση του κυρίως στον αστικό τομέα, ακολουθείται μια πολιτική τιμολόγησης με επεμβατικά μέτρα, που προβλέπουν ότι η τιμή του φυσικού αερίου να είναι 20 % χαμηλότερη από αυτή του πετρελαίου θέρμανσης καθώς και 40 έως 60 % πιο οικονομική από του ηλεκτρικού ρεύματος. Η διαφοροποίηση αυτή όμως, δεν έχει ομοιόμορφο αντίκτυπο στον τυπικό καταναλωτή, επειδή η τιμολόγηση πραγματοποιείται σύμφωνα με ποσοτικές κλίμακες κατανάλωσης φυσικού αερίου, και συνδυαστικά με το γεγονός ότι ανά δίμηνο, περίπου, η τιμή του φυσικού αερίου αναπροσαρμόζεται, και παραμένει σταθερή καθόλη τη διάρκειά του ανεξάρτητα από την μεταβολή της τιμής πώλησης του πετρελαίου.

Οι συντελεστές μετατροπής που χρησιμοποιούνται στη παγκόσμια Χρηματιστηριακή αγορά καυσίμων είναι οι εξής:



$$\begin{aligned} 1 \text{ bbl oil} &= 159 \text{ l, δηλ. ένα βαρέλι πετρελαίου} = 159 \text{ λίτρα} \\ 1 \text{ MMBtu} &= 1\,000\,000 \text{ Btu, } 1 \text{ Btu} = 1055,1 \text{ J} \\ 1 \text{ cf} &= 1 \text{ ft}^3, \text{ ένα κυβικό πόδι } \Phi. \text{Α. αντιστοιχεί} \\ &\text{σε } 1029 \text{ Btu, δηλ. μέση θερμογόνο δύναμη } 38341 \text{ KJ/m}^3 \\ 1 \text{ bbl oil} &\text{ αντιστοιχεί σε } 5,80 \text{ MMBtu, δηλ. σε μέση} \end{aligned} \quad (2.4.3)$$

θερμογόνο δύναμη πετρελαίου 38488 KJ/lt
1 δολάριο \approx 0,65 ευρώ (Μάρτιος 2008).

Σημειώνεται, ότι οι προαναφερθέντες συντελεστές μετατροπής μονάδων αποτελούν στρογγυλοποιήσεις, και είναι βασισμένοι σε μέσους όρους πολυάριθμων στατιστικών δεδομένων της Energy Information Administration των Ηνωμένων Πολιτειών τις Αμερικής για εμπορικούς και στατιστικούς σκοπούς και εμφανίζουν μικρές διαφορές από ακριβέστερες τιμές.

2.4.3 Η πολιτική τιμολόγησης του φυσικού αερίου σε μια προηγμένη ενεργειακή αγορά

Η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου κατά κανόνα είναι το αποτέλεσμα της εκτίμησης της συσχέτισης του κόστους προμήθειας ή παραγωγής, και της προσφοράς ζήτησης, που σημαντικό ρόλο παίζει στον καθορισμό της τιμής η κατάσταση του ανταγωνισμού της αγοράς ενέργειας αυτή τη περίοδο. Το «τιμολόγιο» είναι απαραίτητο να δημοσιεύεται και να υπάρχει η δυνατότητα να γνωστοποιηθεί σε οποιονδήποτε επιθυμεί να αποκτήσει φυσικό αέριο μέσω των υποχρεώσεων μιας επιχείρησης κοινής ωφέλειας, όπως στη προκειμένη περίπτωση είναι η εταιρεία φυσικού αερίου.

Στην Ελλάδα η ενέργεια που πωλείται στους πολίτες από κρατικές μονοπωλιακές εταιρείες, όπως για παράδειγμα είναι η ΔΕΗ για το ηλεκτρικό ρεύμα ή και η ΔΕΠΑ για το φυσικό αέριο. Στην περίπτωση του φυσικού αερίου όμως γίνεται ανάμειξη και άλλων εταιριών, όπως είναι για παράδειγμα οι εταιρείες πώλησης και διανομής αερίου ΕΠΑ και ΕΔΑ, στις οποίες συμμετέχουν ιδιώτες, το Κράτος καθώς και φορείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης των περιοχών, που γίνεται διανομή φυσικού αερίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναπτύσσεται ένας ανταγωνισμός από τον οποίο ωφελείται ο καταναλωτής, ακόμα και σε αυτό το αρκετά στενό πλαίσιο επιχειρηματικής ελευθερίας, το οποίο αφήνει η κρατική κεντρική προμήθεια και κατ' επέκταση η κηδεμόνευση της κεντρικής διοίκησης.

Σε μια ώριμη αγορά αερίου, όπως αυτή των ανεπτυγμένων βιομηχανικών χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπάρχει ένας συγκεκριμένος αριθμός τιμολογίων διαφορετικού ύψους για τις διαφορετικής μορφής εφαρμογές σε διάφορους κλάδους της παραγωγής και της οικονομίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα για έναν προμηθευτή φυσικού αερίου να προκύπτουν διαφορετικές τιμές πώλησης ακόμη και για ένα περιορισμένο χώρο της αγοράς. Για αυτή την κατάσταση υπάρχουν δύο

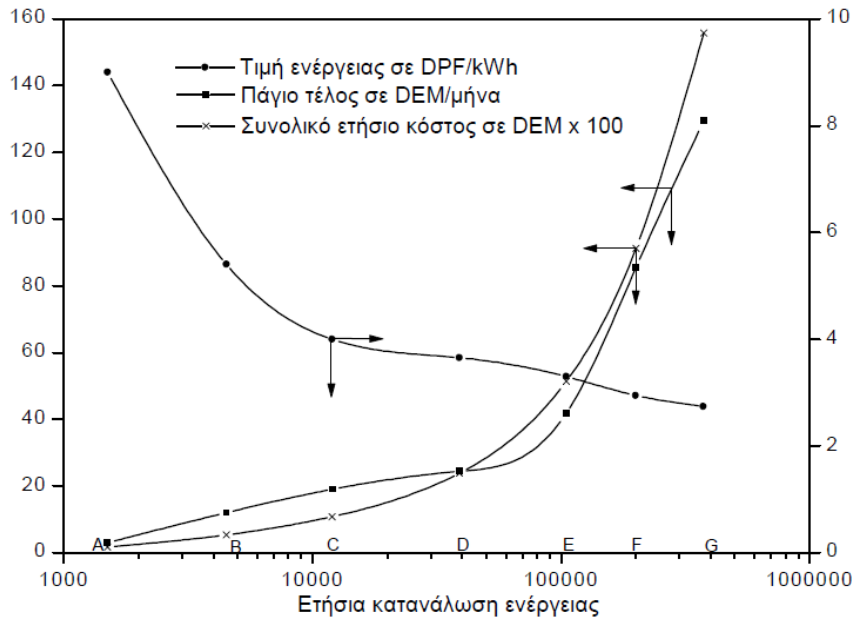
διαφορετικές αιτιολογίες με τη πρώτη να είναι ότι η αποθήκευση του αερίου είναι πολύ δαπανηρή και η δεύτερη ότι το δίκτυο διανομής έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί για καταναλώσεις αιχμής, αλλά στη πραγματικότητα δέχεται φόρτιση με πολύ μικρότερα φορτία στις μικρές καταναλώσεις, με αποτέλεσμα η εκμετάλλυσή του να είναι μικρή. Συνεπώς ο ενεργειακός φορέας «φυσικό αέριο» πρέπει να εκτιμηθεί με διαφοροποιημένο τρόπο, γεγονός το οποίο οδηγεί στη διαμόρφωση διαφορετικών τιμών.

Για παράδειγμα λαμβάνοντας την περίπτωση της γερμανικής αγοράς φυσικού αερίου υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί το λεγόμενο βασικό τιμολόγιο, που αποτελείται από την μηνιαία ή την ετήσια "τιμή βάσης", π.χ. σε ευρώ ανά μήνα ή ευρώ ανά έτος, που στην Ελλάδα είναι το ονομάζεται "πάγιο". Επίσης ορίζεται και η "τιμή εργασίας" για την κάθε εφαρμογή – κατανάλωση ανά μονάδα ενέργειας ή ανά μονάδα όγκου, δηλαδή σε ευρώ ανά kWh (Ho) ή ευρώ ανά Nm³, όπου η κιλοβατώρα αναφέρεται στην ανώτερη θερμογόνο δύναμη του αερίου Ho, Cerbe. Μείωση στην τιμή εργασίας έχουμε όταν η κατανάλωση του έτους ξεπεράσει κάποιο όριο με αποτέλεσμα να μεταπίπτει σε κατηγορία χαμηλότερης τιμής, αντίθετα «το πάγιο», αυξάνεται όταν η κατανάλωση πηγαίνει σε κατηγορία μεγαλύτερων ποσοτήτων αερίου. Στον Πίνακα 14 που παρουσιάζεται παρακάτω φαίνεται ένα σχήμα «ολοκληρωμένης τιμολόγησης» φυσικού αερίου, που έχει προκύψει από τη σύνθεση στοιχείων που ισχύουν στη Γερμανία γενικώς, αλλά η εκάστοτε εταιρεία τα εφαρμόζει διαφοροποιημένα. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη, ότι οι εταιρείες διανομής φυσικού αερίου είναι πολλές, οι οποίες λειτουργούν σε ένα ή περισσότερα ομόσπονδα κράτη και μετοχικά ανήκουν κυρίως σε μεγάλους οικονομικούς, κρατικούς, κοινωνικούς, ιδιωτικούς ή αυτοδιοικητικούς φορείς, με αποτέλεσμα να παρατηρείται ανάπτυξη του ανταγωνισμού.

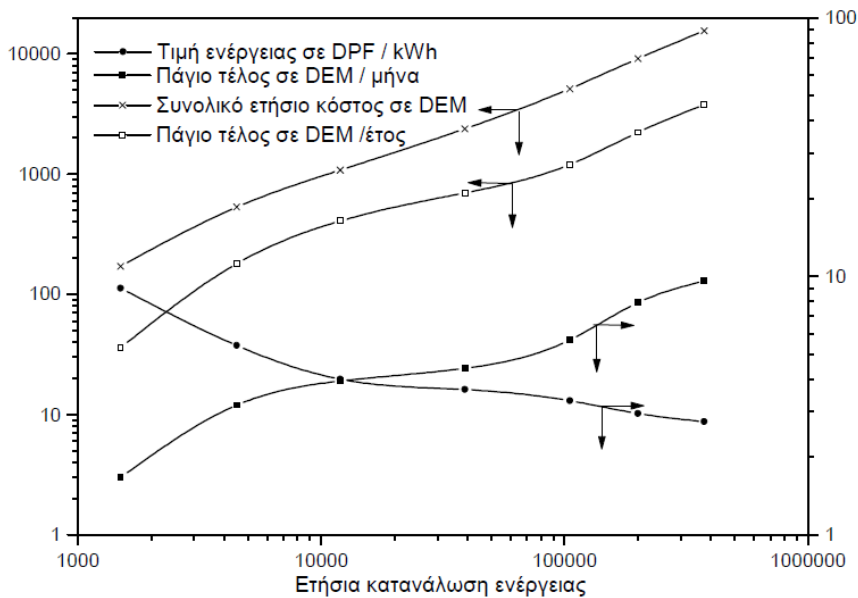
Επιπλέον στο Πίνακα 14 ανά κατηγορία κατανάλωσης η πάγια τιμή αυξάνεται σημαντικά, διότι περιλαμβάνεται σε αυτήν το κόστος σύνδεσης, η έκταση της επιφάνειας κατοικίας, ο αριθμός των κατοικούμενων χώρων, και γενικά οι παρεχόμενες υπηρεσίες από την εκάστοτε εταιρεία αερίου. Η μεταβολή της τιμής του αερίου, προκύπτει από την σταδιακή αύξηση των ποσοτήτων, αλλά αυτό σημαίνει ότι δύναται να προκύψουν ανισορροπίες στις οριακές ποσότητες στην κάθε κατηγορία.

Σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 14 και για λόγους εποπτικότερης απεικόνισης κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των Σχημάτων 13 και 14. Ο οριζόντιος άξονας απεικονίζει την ποσότητα ενέργειας, η οποία αντιστοιχεί στην ποσότητα φυσικού αερίου που καταναλώνεται σε ένα χρόνο. Στον οριζόντιο άξονα ορίζονται τα σημεία των καμπύλων, από το μέσο όρο των δύο οριακών τιμών κάθε κατηγορίας από Α έως G του Πίνακα 14. Επίσης η τιμή της μονάδας του αερίου, παρατηρείται ότι παρουσιάζει μειωτικές τάσεις μέχρι σχεδόν το ένα τέταρτο της αρχικής τιμής για τις περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες καταναλώσεις. Ακόμα το ετήσιο ή μηνιαίο πάγιο τέλος παρουσιάζει ταχύτατη και απότομη αύξηση για καταναλώσεις μεγαλύτερες από 60.000 kWh/a, ενώ το ίδιο παρατηρείται και για την ετήσια συνολική κατανάλωση, με αυτές τις δύο καμπύλες να παρουσιάζουν σχεδόν ίδιο χαρακτήρα εξέλιξης. Στο Σχήμα 13 παρουσιάζεται το προαναφερθέν διάγραμμα σε διπλή λογαριθμική απεικόνιση, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει την όμοια τάση

αύξησης του συνολικού κόστους ενέργειας και του παγίου με την παραδοχή, ότι στην εκάστοτε κλίμακα ο μέσος όρος των δύο ποσοτήτων της ισούται με την κατανάλωση.



Σχήμα 13. Συσχέτιση της τιμής του φυσικού αερίου και του πάγιου τέλους με την ετήσια κατανάλωση κάθε καταναλωτή (συνθήκες γερμανικής αγοράς το 1981 ισχύει ότι 1 DEM = 100 DPF και 1 ευρώ = 1,956 DEM).



Σχήμα 14. Σχέση μεταξύ της τιμής μονάδας και της συνολικής ετήσιας τιμής φυσικού αερίου στη Γερμανία (Λογαριθμική αναπαράσταση του Σχήματος 13).

Ο Πίνακας 14 παρουσιάζει, ότι η τιμολόγηση σε μεγαλύτερες ποσότητες από 18000 kWh/a γίνεται με ειδικά συμβόλαια δύο κατηγοριών, με την πρώτη να αφορά ποσότητες μέχρι περίπου 50000 m³/a ενώ η δεύτερη για ποσότητες μεγαλύτερες από

5000 m³/a. Στις περιπτώσεις αυτές η αγοραστική τιμή του φυσικού αερίου εμφανίζει μεταβολές κατά την τιμολόγηση συγκριτικά με το πετρέλαιο, το οποίο και αποτελεί τον ανταγωνιστικό φορέα ενέργειας για τις μεγάλες καταναλώσεις, παρακολουθώντας την εξέλιξη του κόστους εργασίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η τιμή του αερίου αναπροσαρμόζεται ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα (τριμηνιαία, εξαμηνιαία, ετήσια) και γίνεται χρήση μιας σχέσης αναπροσαρμογής της ακόλουθης μορφής:

$$\Phi_2 = \Phi_1 * (A * \frac{\Pi_2}{\Pi_1} + B * \frac{H_2}{H_1}) \quad (2.4.4)$$

όπου:

Φ = Η τιμή πώλησης του αερίου π.χ. σε €/kWh.

Π = Η τιμή πώλησης του πετρελαίου σε €/χιλιόλιτρο.

Η = Η ημερήσια αμοιβή (συνήθως ειδικευμένου εργάτη) σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα.

Ο δείκτης 1 σχετίζεται με το χρόνο υπογραφής της σύμβασης, ενώ ο δείκτης 2 με το χρόνο που πραγματοποιείται η αναπροσαρμογή. Ο συντελεστής βαρύτητας Α λαμβάνει τιμές της τάξεως του 0,85, ενώ ο συντελεστής Β τιμές της τάξεως του 0,15, αλλά γενικώς υπάρχει ελεύθερη διαμόρφωση με βάση τις κατά τόπο και χρόνο οικονομικές και αγοραστικές συνθήκες.

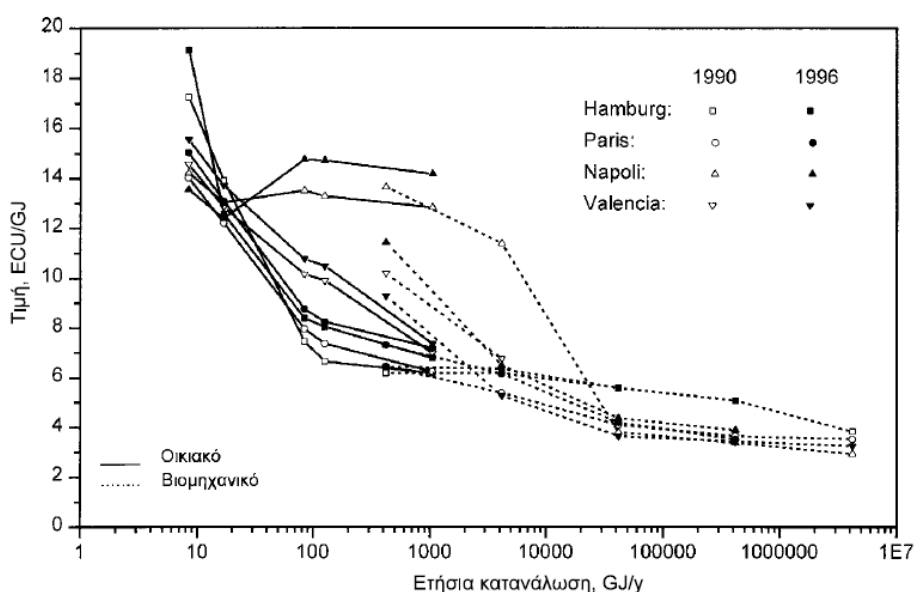
Ετήσια κατανάλωση Ενέργειας Q _a kWh (H ₀)	Τιμή βάσης (πάγιο) P _G DEM/μήνα	Τιμή ενέργειας P _a DPF/kWh (H ₀)	Τύπος Τιμολόγησης		Είδος εφαρμογής	Τομέας χρήσης
A 0 - 3000	3,00	9,00	Μικροκαταναλωτές	Υποχρεωτικό Τιμολόγιο (BTO)	Μαγείρεμα, Ζεστό Νερό	Οικιακή και Επαγγελματική Κατανάλωση
B 3001 - 6000	12,00	5,40	Βασική τιμή	Τιμολόγιο	Μαγείρεμα, Ζεστό Νερό, και/ή Θερμάστρα δωματίου	
C 6001 - 18000	19,00	4,00	Αέριο Θέρμανσης	Τυποποιημένα Συμβόλαια Ειδικών Χρήσεων	Θερμάστρα δωματίου με ή χωρίς μαγείρεμα και ζεστό νερό	
D 18001 - 60000	24,35	3,65	I		Θέρμανση ορόφου/μονοκατοικίας με ή χωρίς μαγείρεμα και ζεστό νερό	
E 60001 - 150000	41,75	3,30	II		Μικρές πολυκατοικίες (μέχρι περίπου 5 κατοικίες). Κεντρική θέρμανση με ή χωρίς μαγείρεμα και ζεστό νερό	
F 150001 - 250000	85,50	2,95	III		Πολυκατοικίες (περίπου 6 έως 18 κατοικίες). Κεντρική θέρμανση, μαγείρεμα και ζεστό νερό	
G 250001 - 500000	129,50	2,74	IV			
H 500001 - 1000000	Ειδική Διαμόρφωση Τιμής		Ειδικά συμβόλαια μεγάλων καταναλωτών		Κεντρική θέρμανση πολυκατοικιών κα συγκροτημάτων κατοικιών, βιομηχανίες, χρήση Φ.Α. ως πρώτη ύλη παραγωγής προϊόντων	
I ≥ 1000000					Βιομηχανίες, μεγάλες βιοτεχνίες, χρήση Φ.Α. ως πρώτη ύλη παραγωγής προϊόντων	

Πίνακας 14. Ολοκληρωμένο σύστημα τιμολόγησης και συμβολαιοποίησης φυσικού αερίου στη Γερμανία (όπου το 1981 το 1 DEM = 100 DPF και το 1 ευρώ = 1,956 DEM).

Απαραίτητο να τονιστεί είναι, ότι η τιμολόγηση στην εξελιγμένη και ανταγωνιστική αγορά φυσικού αερίου, που εξυπηρετεί μεγάλο αριθμό χρηστών από όλες τις κατηγορίες και κάθε κλάδο χρήσης και παραγωγής, αποτελεί ένα ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο. Ο ενδιαφερόμενος πρέπει να πάρει στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία, και σημαντική λεπτομέρεια είναι ότι ένα σωστό σύστημα τιμολόγησης

είναι απαραίτητο να λαμβάνει υπόψη την ανταγωνιστικότητα και να είναι κοινωνικά δίκαιο ιδιαίτερα για τους μικρούς καταναλωτές.

Σε κάθε χώρα η τιμολόγηση του αερίου συμβαδίζει με τις εξελίξεις που συμβαίνουν στην διεθνή αγορά και ειδικότερα σε αυτή της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για τις χώρες της Ε.Ε. σύμφωνα με τη στατιστική καταγραφή καταναλώσεων και τιμών στον οικιακό και βιομηχανικό κλάδο εντοπίζεται ο κανόνας, ότι για τις μικρότερες ποσότητες αερίου η τιμή συχνά είναι από δύο έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερη από αυτών για τις μεγάλες ποσότητες. Αυτό παρουσιάζεται γραφικά στο ακόλουθο Σχήμα 15, όπου φαίνεται ότι η τιμή του αερίου ανά Gigajoule για τις διάφορες ποσότητες του οικιακού και του βιομηχανικού τομέα ετησίως για τις χρονολογίες 1990 και 1996.



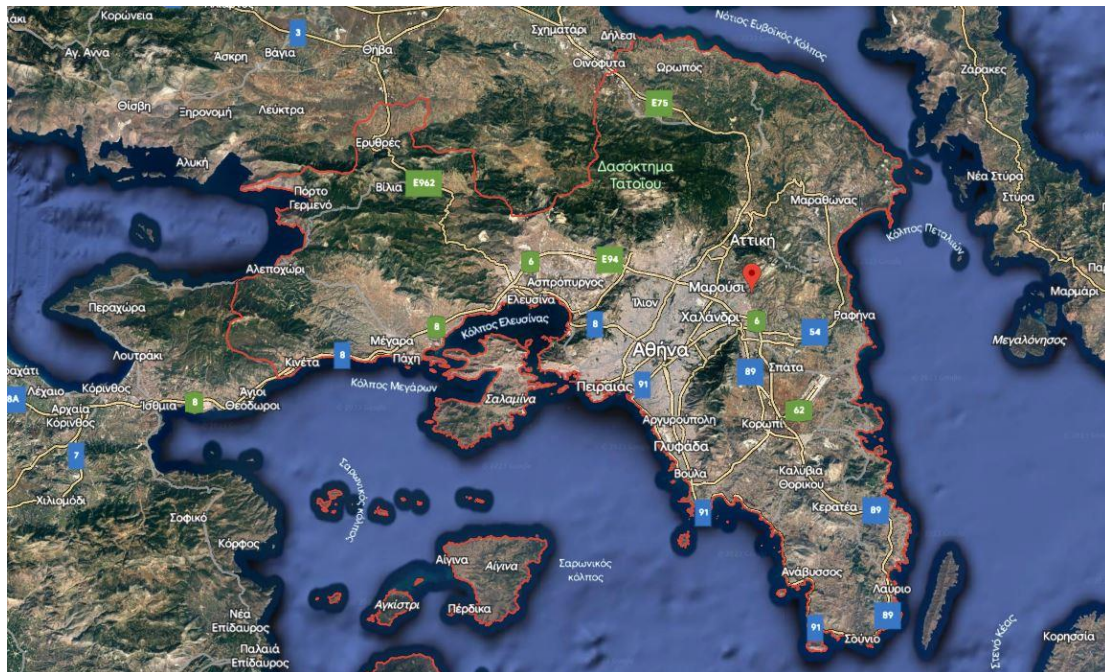
Σχήμα 15. Τιμολόγηση του φυσικού αερίου στον οικιακό και βιομηχανικό τομέα για τη χρονική περίοδο από το 1990 έως το 1996 για τις χώρες Γερμανία (Αμβούργο), Γαλλία (Παρίσι), Ιταλία (Νάπολη) και Ισπανία (Βαλένθια) (1 ECU = 1 ευρώ).

Το παρόν κεφάλαιο έχει βασιστεί στο σχετικό κεφάλαιο του βιβλίου «Τεχνολογία Φυσικού Αερίου» του Δημήτρη Γ. Παπανίκα [15].

3^ο Κεφάλαιο: Περιοχή Μελέτης

3.1 Γεωγραφική Θέση

Η Αττική είναι μια χερσόνησος τριγωνικού σχήματος που βρέχεται από το Αιγαίο πέλαγος. Βόρεια συνορεύει με τη Βοιωτία με φυσικό σύνορο να αποτελεί η οροσειρά του Κιθαιρώνα. Δυτικά βρέχεται από το Κορινθιακό κόλπο και εκτείνεται έως τη διώρυγα της Κορίνθου, ενώ νότια βρέχεται από το Σαρωνικό Κόλπο. Τα βουνά της Αττικής είναι ο Υμηττός, το ανατολικό τμήμα των Γερανείων, η Πάρνηθα, που είναι και το ψηλότερο βουνό της Αττικής, το όρος Αιγάλεω και η Πεντέλη. Μεταξύ του όρους Αιγάλεω, της Πάρνηθας, της Πεντέλης και του Υμηττού απλώνονται η Αθήνα, ο Πειραιάς και οι περιοχές γύρω από αυτές. [16]

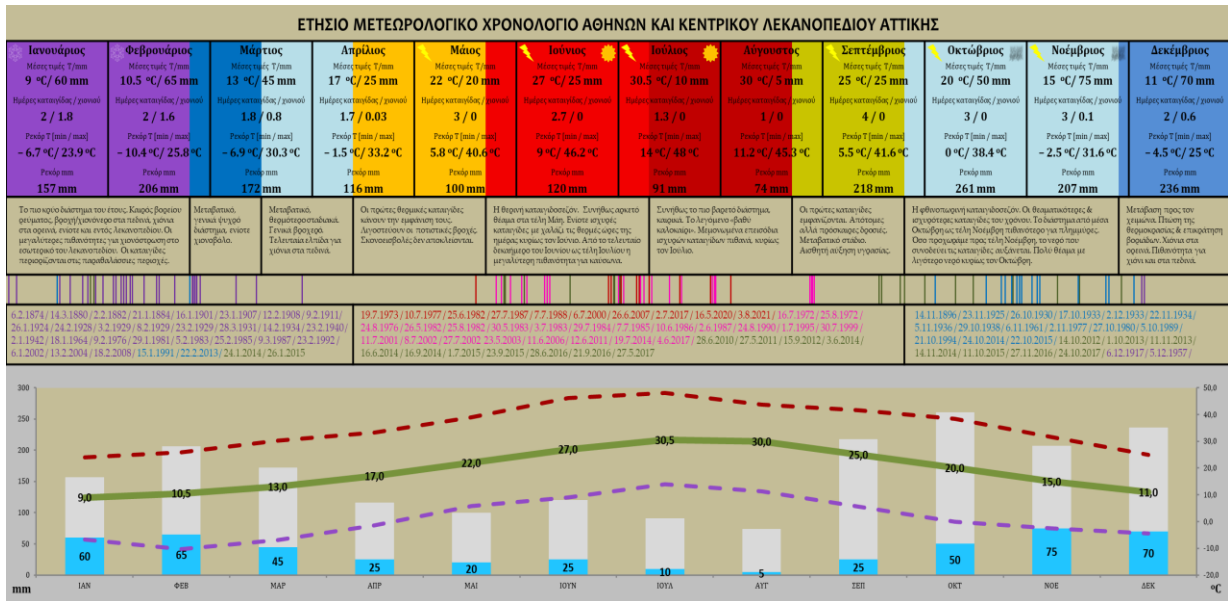


Εικόνα 5. Γεωγραφική θέση της Αττικής [17].

3.2 Το κλίμα της Αττικής

Η Αττική παρά τη μικρή επιφάνεια της παρουσιάζει μεγάλη καιρική ποικιλία κλίματος, αφού ένα μεγάλο διάστημα του έτους το κλίμα να είναι ήπιο, χωρίς ωστόσο να εκλείπουν και ακρότητες, άλλοτε θερμές και άλλοτε ψυχρές, που πολλές φορές αποκτούν ακραίο ή βίαιο χαρακτήρα. Εν γένει τα ακραία καιρικά φαινόμενα είναι σχετικά λίγα, αλλά τις περισσότερες φορές είναι ιδιαίτερα ισχυρά. Στα νότια και νότια ανατολικά εμφανίζεται ήπιο θαλάσσιο κλίμα, αρκετά ξηρό και ελάχιστο υετό. Αντίθετα στις βόρειες περιοχές του κέντρου και οδεύοντας βορειοανατολικότερα εμφανίζεται ηπειρωτικό κλίμα, που είναι αρκετά ψυχρό. Οι βροχές είναι σχετικά λίγες

αλλά πολλές φορές είναι αρκετά έντονες, καθώς δεν είναι λίγες οι φορές που οι μετεωρολογικοί σταθμοί εντός λεκανοπεδίου καταγράφουν τιμές βροχόπτωσης που υπερβαίνουν τα 200 mm/h. Χιονόπτωση πραγματοποιείται κάθε χρόνο στην Αττική αλλά χιονόστρωση μια φορά κάθε 2 – 3 χρόνια. Επίσης φαινόμενο που σπανίζει στο κλίμα της Αττικής είναι η ομίχλη η οποία εμφανίζεται σπάνια και κυρίως στις παράκτιες περιοχές του Σαρωνικού [16].



Εικόνα 6. Ετήσιο μετεωρολογικό χρονολόγιο Αθηνών και κεντρικού λεκανοπεδίου της Αττικής [16].

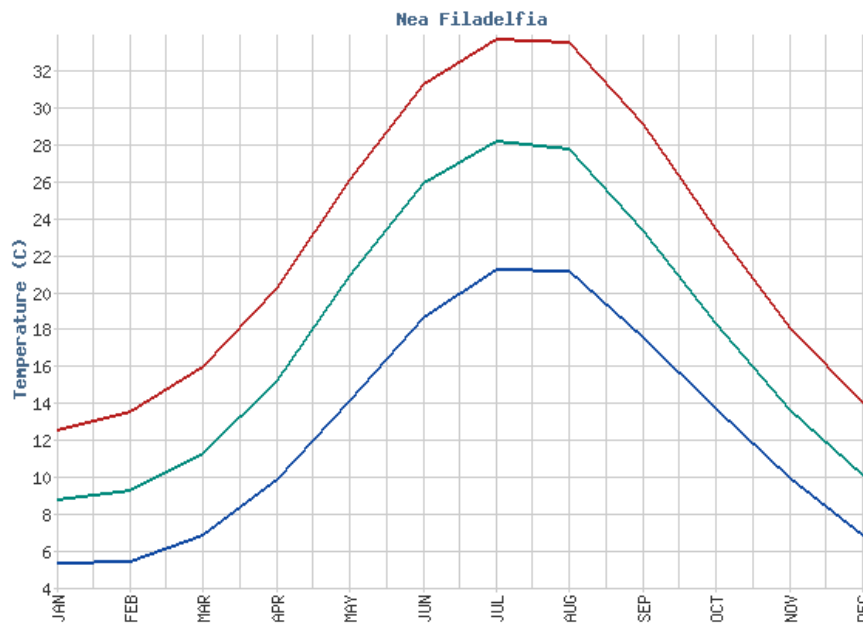
3.3 Χαρακτηριστικά ευρύτερης περιοχής του Αιγάλεω

3.3.1 Γεωγραφικά Χαρακτηριστικά

Το Αιγάλεω είναι αστική περιοχή και δήμος, που βρίσκεται στην δυτική περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος των Αθηνών και έχει αναπτυχθεί εκατέρωθεν της αρχαίας Ιεράς Οδού. Ο δήμος Αιγάλεω ιδρύθηκε το 1941 και έχει έκταση περίπου 6,42 km² ενώ για πρώτη φορά κατοικήθηκε το 1922. Ο ομώνυμος δήμος συνορεύει προς τα ανατολικά με το Δήμο Αθηναίων, βόρεια με τους δήμους Περιστερίου και Χαϊδαρίου, δυτικά με τους δήμους Νίκαιας - Αγίου Ιωάννου Ρέντη και Αγ. Βαρβάρας και νότια με το δήμο Μοσχάτου - Ταύρου. Επίσης το ένα τέταρτο του δήμου είναι βιομηχανική περιοχή, ενώ το έδαφος του διασχίζουν πέντε μεγάλες οδικές αρτηρίες και πιο συγκεκριμένα οι λεωφόροι Κηφισού, Αθηνών, Θηβών, Πέτρου Ράλλη και η Ιερά Οδός [18].

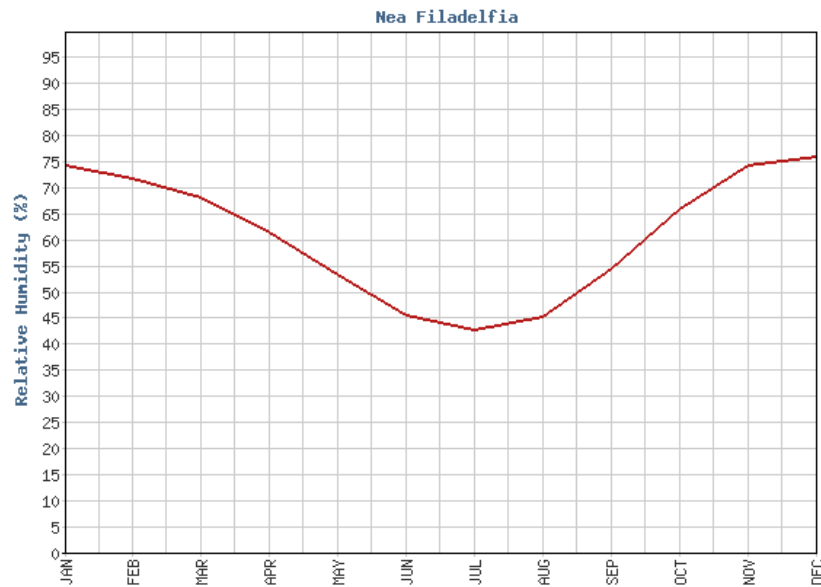
3.3.2 Κλιματολογικές Συνθήκες

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό και κατατάσσεται, πιο συγκεκριμένα στην κατηγορία του θερμού – μεσογειακού. Το Αιγάλεω βρίσκεται κοντά στον μετεωρολογικό σταθμό της Ν. Φιλαδέλφειας, και σύμφωνα με την Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) για το διάστημα 1955 – 2010 τα κλιματολογικά στοιχεία παρατίθενται παρακάτω:



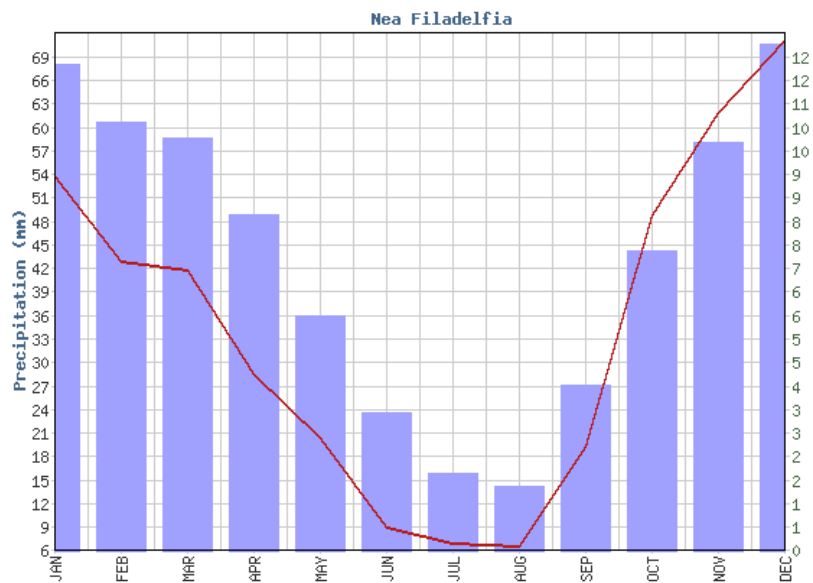
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	5.4	5.5	6.9	9.9	14.2	18.7	21.3	21.2	17.6	13.8	10.0	6.9
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	8.8	9.3	11.3	15.3	21.0	26.0	28.3	27.8	23.4	18.4	13.7	10.2
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	12.6	13.6	16.0	20.3	26.2	31.4	33.8	33.6	29.2	23.5	18.1	14.1

Εικόνα 7. Ελάχιστη, μέση και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία [19].



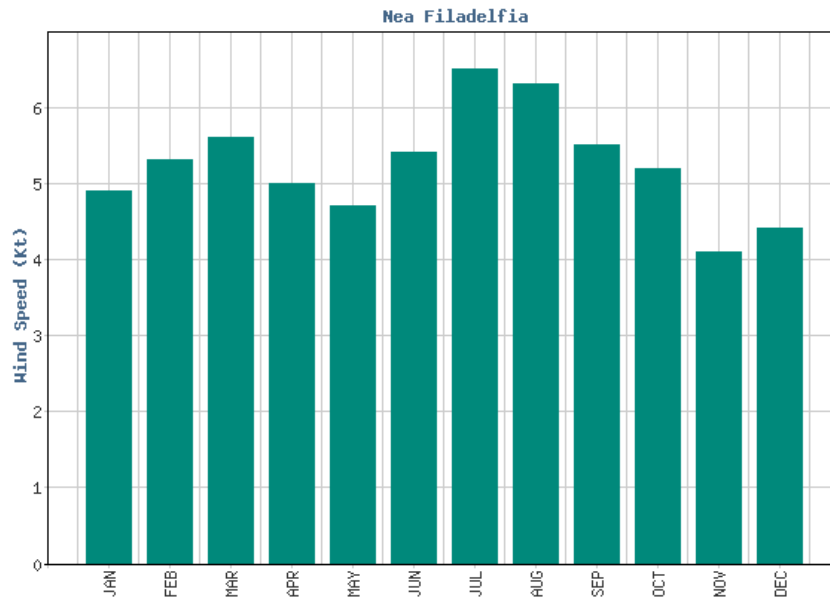
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	74.4	72.0	68.4	61.7	53.4	45.7	42.9	45.4	54.6	66.1	74.5	76.2

Εικόνα 8. Μέση μηνιαία Υγρασία [19].



	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέσο Μηνιαίο Ύψος Υετού	53.9	43.0	41.8	28.5	20.5	9.1	7.0	6.7	19.4	48.8	61.9	71.2
Μέσος Μηνιαίος Αριθμός Ημερών Υετού	12.0	10.6	10.2	8.3	5.8	3.4	1.9	1.6	4.1	7.4	10.1	12.5

Εικόνα 9. Μέση μηνιαία Βροχόπτωση [19].



	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Επικρατούσα Διεύθυνση Ανέμου	ΒΑ	ΒΑ	ΒΑ	ΝΔ	ΝΔ	ΝΔ	ΒΑ	ΒΑ	ΒΑ	ΒΑ	ΒΑ	ΒΑ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου	4.9	5.3	5.6	5.0	4.7	5.4	6.5	6.3	5.5	5.2	4.1	4.4

Εικόνα 10. Μέση μηνιαία ένταση και διεύθυνση ανέμων [19].

3.3.3 Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

Ο δήμος Αιγάλεω σύμφωνα με τα δημοσιευμένα στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία ο μόνιμος πληθυσμός του από το 1991 έως σήμερα παρουσιάζει μειωτικές τάσεις. Αντίθετα ο αριθμός των νοικοκυριών παρουσιάζει αύξηση, πιθανότατα λόγω της εγκατάλειψης της μορφής της διευρυμένης οικογένειας. Τα στατιστικά που έχει δημοσιεύσει η ΕΛΣΤΑΤ μέχρι σήμερα αναφέρονται μόνο στο πληθυσμό του Δήμου Αιγάλεω σύμφωνα με την απογραφή του 2021, ενώ για τον αριθμό των νοικοκυριών τα πιο πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία είναι από την απογραφή 2011 [20].

	Πληθυσμός	Νοικοκυριά
1991	74657	25175
2001	73795	27135
2011	68880	28503
2021	65831	---

Πίνακας 15. Δημοσιευμένα Στατιστικά από την ΕΛΣΤΑΤ για το Πληθυσμό και τα Νοικοκυριά [20].

Αναλύοντας τα στοιχεία αυτά προέκυψαν τα ακόλουθα ποσοστά αύξησης του πληθυσμού και των νοικοκυριών τις αντίστοιχες δεκαετίες:

	Ποσοστό αύξησης Πληθυσμού	Ποσοστό αύξησης Νοικοκυριών
1991-2001	-1,15%	7,79%
2001-2011	-6,66%	5,04%
2011-2021	-4,43%	---

Πίνακας 16. Ποσοστό αύξησης Πληθυσμού και Νοικοκυριών.

Στον παραπάνω πίνακα, όπου εμφανίζεται αρνητικό πρόσημο σημαίνει ότι ο αριθμός πληθυσμού παρουσιάζει μειούμενη συμπεριφορά.

Επίσης, παρατηρώντας τα δεδομένα αύξησης των νοικοκυριών με το πέρας των δεκαετιών τίθεται η παραδοχή ότι το ποσοστό αύξησης των νοικοκυριών για τη δεκαετία 2011 – 2021 θα ανέρχεται στο 2,5 %. Έτσι, προκύπτει ότι ο αριθμός των νοικοκυριών για το 2021 θα είναι 29216.

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι αναγκαία η πρόβλεψη του αριθμού του πληθυσμού και των νοικοκυριών για το έτος 2031. Έτσι, προκύπτει η παραδοχή ότι το ποσοστό αύξησης του πληθυσμού για τη δεκαετία 2021 – 2031 ισούται με το μέσο όρο του ποσοστού της αύξησης για τις προηγούμενες δεκαετίες και άρα θα ανέρχεται σε - 4,08 %. Αντίστοιχα, για τα νοικοκυριά το ποσοστό αύξησης για τη δεκαετία 2021 – 2031, τίθεται η παραδοχή ότι θα είναι 1,20 %. Τα ποσοστά αυτά θα χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη του πληθυσμού και των νοικοκυριών αντίστοιχα στη υπό μελέτη περιοχή.

Με βάση των παραπάνω παραδοχών ενημερωμένος Πίνακας 15 φαίνεται παρακάτω, όπου με κόκκινο αναγράφονται οι προβλεπόμενες τιμές:

	Πληθυσμός	Νοικοκυριά
1991	74657	25175
2001	73795	27135
2011	68880	28503
2021	65831	29216
2031	63145	29566

Πίνακας 17. Δημοσιευμένα στοιχεία για το Πληθυσμό και τα Νοικοκυριά καθώς και πρόβλεψη του Πληθυσμού για το 2031 και των Νοικοκυριών για τις χρονολογίες 2021 και 2031.

Από τα στοιχεία του Πίνακα 17 συμπεραίνεται ότι η αναλογία ατόμων ανά νοικοκυριό για το έτος 2031 ισούται με 2,13 άτομα.

3.4 Χαρακτηριστικά υπό μελέτης περιοχής στο Αιγάλεω

Στη παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί μελέτη πρόβλεψης καταναλώσεων και εκτίμηση της διείσδυσης του φυσικού αερίου για μια περιοχή του δήμου Αιγάλεω, στην οποία δεν έχει αναπτυχθεί δίκτυο φυσικού αερίου.

3.4.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Η περιοχή που θα πραγματοποιηθεί η μελέτη βρίσκεται σχεδόν στο κέντρο του Αιγάλεω. Όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα η περιοχή περικλείεται από την οδό Θηβών, την Ιερά οδό, την οδό Δωδεκανήσου και την οδό Αλατσάτων και καταλαμβάνει έκταση περίπου 0,9 km². Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από 14 οικοδομικά τετράγωνα, από 1 τετράγωνο το οποίο είναι πάρκο, και από 1 στο οποίο υπάρχει πλατεία.



Εικόνα 11. Περιοχή μελέτης στο Αιγάλεω [17].

3.4.2 Δημογραφικά Στοιχεία

Σύμφωνα με δεδομένα που μου χορηγήθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, ύστερα από σχετικό αίτημα που υπέβαλα, στη περιοχή αυτή συνολικά κατοικούν 1248 άνθρωποι σε 519 νοικοκυριά σύμφωνα με την απογραφή του 2011 [21].

Για τις ανάγκες τη παρούσας μελέτης είναι αναγκαίο να προβλεφθεί ο αριθμός του πληθυσμού και των νοικοκυριών της περιοχής για το έτος πρόβλεψης 2031. Για να πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα ποσοστά αύξησης πληθυσμού και νοικοκυριών που έχουμε για το Δήμο Αιγάλεω, - 4,08 % για το πληθυσμό και 1,20 % για τα νοικοκυριά. Έτσι, προέκυψαν τα ακόλουθα δεδομένα τα οποία θα αξιοποιηθούν για την εκπόνηση της μελέτης.

	Πληθυσμός	Νοικοκυριά
2011	1248	519
2021	1193	532
2031	1144	538

Πίνακας 18. Αριθμός Πληθυσμού και Νοικοκυριών της υπό μελέτης περιοχής για το έτος 2011, καθώς και οι προβλέψεις για τα έτη 2021 και 2031.

Επιπλέον στη περιοχή αυτή λειτουργούν πλήθος εμπορικών επιχειρήσεων διαφόρων κατηγοριών καθώς και ένα σχολείο. Αναλυτικότερα οι επιχειρήσεις που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης, καθώς και το πλήθος τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία Εμπορικών Επιχειρήσεων	Πλήθος
Αρτοποιεία	2
Ζαχαροπλαστεία	2
Κρεοπωλεία	1
Κομμωτήρια	11
Καθαριστήριο	1
Ιατρεία	17
Επιχειρήσεις Εστίασης	30
Σχολεία	2
Φροντιστήρια	9
Επιχειρήσεις Λιανικού Εμπορίου	72
Δημόσια Κτίρια	2
Γραφείο	26
Φαρμακεία	3
Παροχή Υπηρεσιών	3
Τράπεζα	1
Γυμναστήριο	4

Πίνακας 19. Κατηγορίες και πλήθος εμπορικών επιχειρήσεων τη περιοχής μελέτης (Πηγή: Προσωπική Καταμέτρηση 05/2023)



Οι παραπάνω κατηγορίες επιχειρήσεων (Πίνακας 19) λαμβάνοντας υπόψη τον τομέα χρήσης φυσικού αερίου, μπορούν να εκφραστούν και πιο συνοπτικά με την εξής μορφή:

Τομέας Χρήσης	Πλήθος
Αρτοποιεία	4
Κρεοπωλεία	1
Πλυντήρια	11
Νοσοκομεία	47
Σχολεία	83
Δημόσια Κτίρια	35
Κλειστά Κολυμβητήρια	4

Πίνακας 20. Κατηγορίες εμπορικών επιχειρήσεων

4^ο Κεφάλαιο: Πρόβλεψη Κατανάλωσης Φυσικού Αερίου

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει εκτίμηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου για την περιοχή μελέτης που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για την εκτίμηση της κατανάλωσης θα χρησιμοποιηθούν οι μέθοδοι που παρουσιάστηκαν στο 2^ο Κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα, λόγω έλλειψης στοιχείων για την υλοποίηση των απαραίτητων υπολογισμών, η πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου θα πραγματοποιηθεί με δύο μεθόδους. Η **1^η μέθοδος** είναι η « Προσεγγιστική Μέθοδος Πρόβλεψης Κατανάλωσης Αιχμής », και η **2^η μέθοδος** είναι « Γενικευμένη Μεθοδολογία Εκτίμησης Κατανάλωσης με Βάση τις Ενεργειακές Ανάγκες μιας Περιοχής ».

4.1 Μέθοδος 1: Προσεγγιστική Μέθοδος Πρόβλεψης Κατανάλωσης Αιχμής

Με αυτή τη μέθοδο μπορεί να προσδιοριστεί η κατανάλωση αιχμής όταν δεν υπάρχουν στη διάθεση μας καμπύλες συγχρονισμού, όπως προτείνει ο Cerbe και βασίζεται σε μακροχρόνια στοιχεία καταναλωτών της Γερμανίας αφού πρώτα προσαρμοστούν στα ελληνικά δεδομένα.

Αρχικά από τα δεδομένα που έχουμε υπολογίσει για τον αριθμό των νοικοκυριών στο έτος στόχο ισχύει ότι στη περιοχή υπάρχουν 538 νοικοκυριά.

$$NO = 538 \text{ νοικοκυριά}$$

Επίσης από τον Πίνακα 3, όπου παρουσιάζονται οι τοπικές καταναλώσεις ανά νοικοκυριό και τομέα χρήσης επιλέγεται ως τομέας χρήσης «Μαγείρεμα + Ζεστό Νερό + Θέρμανση» και από το δοθέν εύρος $1500 - 3500 \frac{Nm^3}{a}$, λόγω του εύκρατου κλίματος της περιοχής αλλά και του αρκετά μειωμένου αριθμού ατόμων για κάθε νοικοκυριό επιλέγεται η τιμή:

$$Va = 2500 \frac{Nm^3}{a}$$

Στη συνέχεια επιλέγεται η μέση τιμή του συντελεστή ταυτοχρονισμού από το δοθέν εύρος και θα ισούται:

$$Ca = 0,85.$$

Από αυτά και σύμφωνα με τη σχέση 2.1.3 δύναται να υπολογιστεί η Συνολική Ετήσια Κατανάλωση στον Οικιακό τομέα:

$$Vt = Ca * NO * Va = 0,85 * 538 * 2500 = \mathbf{1.144.012} \frac{m^3}{a}$$

Έπειτα υπολογίζεται η συνολική ετήσια επαγγελματική κατανάλωση σε συνάρτηση με τον πληθυσμό ($P = 1144$ άνθρωποι) και των στοιχείων του Πίνακα 3 ($Va = 150 \frac{m^3}{a \cdot P}$):

$$V_{tp} = Va * P = 150 * 1144 = 171.613 \frac{m^3}{a}$$

Το άθροισμα των δυο παραπάνω συνολικών ετήσιων καταναλώσεων σε οικιακό και επαγγελματικό τομέα δίνουν τη συνολική ετήσια κατανάλωση της περιοχής σε κυβικά μέτρα ανά άτομο:

$$V_{tot} = V_t + V_{tp} = 1.144.012 + 171.613 = 1.315.625 \frac{m^3}{a}$$

Η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση (σε εικοσιτετράωρη βάση) για τα νοικοκυριά υπολογίζεται, αν διαιρεθεί η συνολική απαιτούμενη ποσότητα με τον αριθμό ημερών, οι οποίες έχουν οριστεί ως μη πραγματικές ημέρες συνεχούς χρήσης υπό συνθήκες μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης (Πίνακας 4). Για τα Νοικοκυριά και για τομέα χρήσης Μαγειρέμα + Ζεστό νερό + Θέρμανση από το δοθέν εύρος (110 – 130), επιλέγεται η μέση τιμή $Nda = 120 \frac{d}{a}$, λόγω εύκρατου κλίματος, οπότε η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση υπολογίζεται ως εξής από τη σχέση 2.1.4:

$$V_{dmx} = \frac{V_t}{Nda} = \frac{1.144.012}{120} = 9533 \frac{m^3}{d}$$

Αντίθετα για τις κατηγορίες Επαγγελματικής και Δημόσιας Χρήσης και για τους τομείς χρήσης, που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης, δηλαδή, αρτοποιεία, κρεοπωλεία, πλυντήρια, νοσοκομεία, σχολεία, δημόσια κτίρια και κλειστά κολυμβητήρια υπολογίζεται η μέση τιμή των ιδεατών ημερών χρήσης Nda (από τον Πίνακα 4), η οποία διαίρει τη συνολική ετήσια επαγγελματική κατανάλωση και προκύπτει η μέγιστη ημερήσια επαγγελματική κατανάλωση.

$$V_{dmx} = \frac{V_{tp}}{Nda} = \frac{171.613}{175} = 981 \frac{m^3}{d}$$

Ιδεατές Μέρες Χρήσης για τις κατηγορίες που εχω στη περιοχή μελέτης		
<u>Νοικοκυριό</u>	N_{da} (d/a)	120
<u>Επαγγελματική Χρήση Αρτοποιεία</u>	$N_{da A}$ (d/a)	250
<u>Επαγγελματική Χρήση Κρεοπωλεία</u>	$N_{da K}$ (d/a)	165
<u>Επαγγελματική Χρήση Πλυντήρια</u>	$N_{da Π}$ (d/a)	250
<u>Επαγγελματική Χρήση Νοσοκομεία</u>	$N_{da N}$ (d/a)	170
<u>Επαγγελματική Χρήση Σχολεία</u>	$N_{da Σ}$ (d/a)	100
<u>Επαγγελματική Χρήση Δημόσια Κτίρια</u>	$N_{da ΔΣ}$ (d/a)	110
<u>Επαγγελματική Χρήση Κλειστα Κολυμβητήρια</u>	$N_{da ΚΚ}$ (d/a)	180
Μέση τιμή κατηγοριών επαγγελματικής - δημόσιας χρήσης		175

Πίνακας 21. Ιδεατές Ημέρες Χρήσης ανά κατηγορία και τομέα χρήσης.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση ωριαία κατανάλωση του εικοσιτετράωρου για την εκάστοτε κατηγορία με τη σχέση 2.1.5, όπως ακολούθως:

$$Vhm = \frac{Vdmx}{24h} = \frac{9566}{24} = 397 \frac{m^3}{h}$$

Αντίστοιχα και για την επαγγελματική – δημόσια χρήση:

$$Vhm = \frac{Vdmx}{24h} = \frac{981}{24} = 41 \frac{m^3}{h}$$

Η συνολική ωριαία κατανάλωση ή αλλιώς κατανάλωση αιχμής δίνεται από τη σχέση 2.1.6 και ισούται με το γινόμενο του συντελεστή κατανάλωσης αιχμής, που λαμβάνεται ίσος με $Ch = 2,4$ (σύμφωνα με τη ΔΕΦΑ) και του αθροίσματος των καταναλώσεων σε οικιακό και επαγγελματικό τομέα.

$$Vhmx = Ch * Vhm = 2,4 * (397 + 41) = 1051 \frac{m^3}{h}$$

Στρογγυλοποιώντας προκύπτει η τιμή της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής που θα είναι $1060 \frac{m^3}{h}$, για την οποία θα γίνει ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση του δικτύου διανομής της εν λόγω περιοχής.

4.2 Μέθοδος 2: Γενικευμένη Μεθοδολογία Εκτίμησης Κατανάλωσης με Βάση τις Ενεργειακές Ανάγκες μιας Περιοχής

Στη μέθοδο αυτή η πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου σε μια περιοχή βασίζεται στην σωστή πρόβλεψη των ενεργειακών αναγκών της, οι οποίες διαχωρίζονται με βάση το είδος της κατανάλωσης. Έτσι, διαχωρίζονται στις καταναλώσεις στον οικιακό τομέα και στις καταναλώσεις στον εμπορικό – βιομηχανικό τομέα. Στον οικιακό τομέα η κατανάλωση φυσικού αερίου αποτελεί ένα μέγεθος, που εκτιμάται μόνο στατιστικά και ασκεί σημαντική επιρροή στη διαμόρφωση του επιπέδου της τελικής ζήτησης φυσικού αερίου και έτσι γίνεται ένας επιμέρους διαχωρισμός της κατανάλωσης σε Μαγείρεμα, Ζεστό Νερό και Θέρμανση. Ειδικότερα στη κατηγορία της θέρμανσης, η οποία και αποτελεί την πιο σημαντική από πλευράς μεγέθους ενεργειακών αναγκών, στην υποενότητα 2.2.3 παρουσιάζονται τρεις μέθοδοι υπολογισμού της κατανάλωσης για θέρμανση, από τους οποίους στην παρούσα μελέτη ο υπολογισμός θα πραγματοποιηθεί μόνο με τη «Μέθοδο 1 & 2», διότι με τη «Μέθοδο 3» δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν υπολογισμοί λόγω έλλειψης των απαιτούμενων στοιχείων.

Εκτίμηση Κατανάλωσης στον Οικιακό Τομέα

A. Μαγείρεμα

Η απαιτούμενη ποσότητα αερίου υπολογίζεται από τη σχέση 2.2.1, όπως φαίνεται παρακάτω:

$$V_M = \frac{Q_M}{\eta * Hu} = \frac{850}{0,5 * 40,5} = 42,0 \frac{m^3}{a * P}$$

B. Ζεστό Νερό

Στον οικιακό τομέα οι κύριες ανάγκες για ζεστό νερό είναι στη κουζίνα Q_{NK} και στο μπάνιο Q_{NM} . Οπότε σύμφωνα με τις σχέσεις 2.2.2 και 2.2.3 υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις για ζεστό νερό στη κουζίνα και στο μπάνιο αντίστοιχα. Στις σχέσεις αυτές είναι απαραίτητο η μεταβολή της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου νερού να είναι εκφρασμένες σε Kelvin (+ 273,15), καθώς και να γίνει η μετατροπή του αποτελέσματος από Joule σε Mega Joule ($\times 10^{-6}$).

Από σχέση 2.2.2:

$$\begin{aligned} Q_{NK} &= n * M * c * \Delta T = (0,8 * 3000 * 4186,8 * (40 + 273,15)) * 10^{-6} \\ &= 3.147 \frac{MJ}{a * P} \end{aligned}$$

Αντίστοιχα από τη σχέση 2.2.3., όπου μέσος αριθμός ατόμων ανά νοικοκυριό υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$A = \frac{P}{N} = \frac{1144}{538} = \mathbf{2,13 \text{ άτομα ανά νοικοκυριό}}$$

έχουμε:

$$\begin{aligned} Q_{NM} &= \frac{m}{A} * M * c * \Delta T = \left(\frac{182}{2,13} * 150 * 4186,8 * (25 + 273,15) \right) * 10^{-6} \\ &= \mathbf{16.036 \frac{MJ}{a * P}} \end{aligned}$$

Έτσι, οι συνολικές ανάγκες για ζεστό νερό στον οικιακό τομέα ανά έτος και άτομο, ισούνται με το άθροισμα των αναγκών στη κουζίνα και στο μπάνιο, όπως φαίνεται στη σχέση 2.2.4:

$$Q_{ZN} = Q_{NK} + Q_{NM} = 3147 + 16036 = \mathbf{19.183 \frac{MJ}{a * P}}$$

Συνεπώς η απαιτούμενη ποσότητα φυσικού αερίου για παραγωγή ζεστού νερού υπολογίζεται από τη σχέση 2.2.5, όπως ακολούθως:

$$V_{ZN} = \frac{Q_{ZN}}{\eta * Hu} = \frac{19183}{0,75 * 40,5} = \mathbf{632 \frac{m^3}{a * P}}$$

Στη συνέχεια πρέπει τα ετήσια μεγέθη για μαγείρεμα και ζεστό νερό στα νοικοκυριά, να αναχθούν σε ωριαίες καταναλώσεις στις δυσμενέστερες συνθήκες, και αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τις σχέσεις 2.2.6 και 2.2.7.

Από τη σχέση 2.2.6 για το μαγείρεμα έχουμε:

$$V_M^h = \frac{1}{360} * A * L_\delta * L_h * V_M = \frac{1}{360} * 2,13 * 1,0916 * 0,147 * 42,0 = \mathbf{0,04 \frac{m^3}{h}}$$

Από τη σχέση 2.2.7 για το ζεστό νερό έχουμε:

$$V_{ZN}^h = \frac{1}{360} * A * L_\delta * L_h * V_{ZN} = \frac{1}{360} * 2,13 * 1,1354 * 0,144 * 632 = \mathbf{0,61 \frac{m^3}{h}}$$

Εκτίμηση Κατανάλωσης στον Τομέα της Θέρμανσης

Η θέρμανση όπως ήδη αναφέρθηκε αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος των οικιακών ενεργειακών αναγκών και η εκτίμησή της χαρακτηρίζεται από δυσκολίες, διότι δέχεται άμεση επίδραση από την εξωτερική θερμοκρασία.

Στη παρούσα μέθοδο η εκτίμηση θα γίνει βάσει της κατανάλωσης πετρελαίου σύμφωνα με τη σχέση 2.2.8, όπου θεωρούμε ότι η μέση κατοικία έχει έκταση $E_K = 80 \text{ m}^2$ και λαμβάνουμε υπόψη μας ότι η μέση τιμή ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου θέρμανσης πρέπει να μετατραπεί από $\frac{lt}{m^2d}$ σε $\frac{m^3}{m^2d}$:

$$Q_{\theta} = E_K * V_{\Pi} * \rho_{\Pi} * H_{\Pi} = 80 * (12 * 0,001) * 926 * 44 = 39.114 \frac{MJ}{a}$$

Με την παραδοχή ότι ένας καυστήρας πετρελαίου και ένας φυσικού αερίου έχουν ίδιο συντελεστή απόδοσης και όμοιες λειτουργικές απώλειες, από τη σχέση 2.2.9 υπολογίζεται ο απαραίτητος όγκος φυσικού αερίου ανά έτος και νοικοκυριό:

$$V_{\theta} = \frac{Q_{\theta}}{Hu} = \frac{39114}{40,5} = 966 \frac{m^3}{a}$$

Όμοια με το μαγείρεμα και το ζεστό νερό πρέπει τα ετήσια μεγέθη κατανάλωσης σε θέρμανση να αναχθούν σε ωριαία κατανάλωση αιχμής ανά νοικοκυριό. Η αναγωγή αυτή μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους.

Μέθοδος 1. Με χρήση της σχέσης 2.2.10, επιλέγοντας τους υψηλότερους συντελεστές φόρτισης κατανάλωσης για θέρμανση L_h και L_{μ} από τους Πίνακες 10 και 11 αντίστοιχα, προκύπτει η ακόλουθη ωριαία κατανάλωση.

$$V_{\theta}^h = \frac{1}{360} * A * L_{\mu} * L_h * V_{\theta} = \frac{1}{360} * 2,13 * 3,4217 * 0,08962 * 966 = 1,7 \frac{m^3}{h}$$

Μέθοδος 2. Ένας ακόμα τρόπος αναγωγής της ετήσιας κατανάλωσης σε ωριαία τιμή αιχμής είναι με τον υπολογισμό των ωρών πλήρους θέρμανσης το έτος σύμφωνα με τη σχέση 2.2.11, όπου βάσει των στοιχείων από την ΕΜΥ για την περιοχή μελέτης οι μήνες θέρμανσης είναι από το Νοέμβριο έως και τον Μάρτιο, αφού τη περίοδο αυτή η μέση κατώτερη θερμοκρασία είναι χαμηλότερη του ορίου θέρμανσης που θεωρούνται οι $15^{\circ}C$. Επίσης για τους μήνες αυτούς οι ώρες θέρμανσης υπολογίστηκαν στις 3624 ώρες, ενώ η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία για τους μήνες αυτούς υπολογίστηκε στους $6,9^{\circ}C$.

$$h_{\Pi \theta} = F_k * h_{\theta} * \frac{T_1 - T_2}{T_3 - T_4} = 0,95 * 3624 * \frac{18,5 - 10,7}{20,0 - 6,9} = 2067 \frac{h}{a}$$

Στη περίπτωση αυτή η κατανάλωση για θέρμανση ανά ώρα και ανά νοικοκυριό προκύπτει από τη σχέση:

$$V_{\theta}^h = \frac{V_{\theta}}{h_{\Pi \theta}} = \frac{966}{2067} = 0,5 \frac{m^3}{h}$$

Μεταξύ των δύο μεθόδων αναγωγής της ετήσιας σε ωριαία τιμή κατανάλωσης για θέρμανση επιλέγουμε τη μεγαλύτερη όπου στη περίπτωση μας είναι η τιμή που προέκυψε από τη **Μέθοδο 1**.

Στη συνέχεια με χρήση των σχέσεων του Πίνακα 13 και αφού ληφθεί υπόψη ένα ποσοστό ετεροχρονισμού (το οποίο έχει τη τιμή 0,8 αφού οι τιμές είναι απίθανο να συμπίπτουν) υπολογίζεται η συνολική οικιακή κατανάλωση.

$$V_O^h = 0,8 * (V_M^h + V_{ZN}^h) + 0,8 * V_{\theta}^h = 0,8 * (0,04 + 0,61) + 0,8 * 1,70 = 1,88 \frac{m^3}{h}$$

Ο προσδιορισμός της εμπορικής κατανάλωσης γίνεται με προσαύξηση του συνόλου της οικιακής κατανάλωσης. Σύμφωνα με δημοσιευμένα στοιχεία από την Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής (ΕΔΑ – ΑΤΤΙΚΗΣ) για το 1^ο τετράμηνο του έτους 2023 το ποσοστό συσχέτισης της οικιακής με την εμπορική κατανάλωση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα [22].

	Σύνολο Καταναλώσεων Οικιακού Τομέα (kWh)	Σύνολο Καταναλώσεων Εμπορικού Τομέα (kWh)	Ποσοστό συσχέτισης οικιακής με εμπορική κατανάλωση Φ.Α.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	380015786	135575737	35,7%
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	472370597	158669964	33,6%
ΜΑΡΤΙΟΣ	247845410	112936221	45,6%
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	101887155	86962681	85,4%
		Μ.Ο.	50,0%

Πίνακας 22. Συσχετισμός Οικιακής με Εμπορική κατανάλωση Φ.Α. βάσει στοιχείων από την ΕΔΑ Αττικής για το 1^ο τετράμηνο του 2023.

Βάσει αυτών των δεδομένων και καθώς υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ποσοστών συσχέτισης, τίθεται η παραδοχή ότι το ποσοστό προσαύξησης της οικιακής για τον υπολογισμό της εμπορικής κατανάλωσης φυσικού αερίου θα ισούται με $D = 50,0\%$. Συνεπώς η εμπορική κατανάλωση φυσικού αερίου υπολογίζεται ως εξής:

$$V_E^h = V_O^h * D = 2,0 * 50,0\% = 0,94 \frac{m^3}{h}$$

Συνεπώς το σύνολο οικιακής και εμπορικής κατανάλωσης θα ισούται:

$$V_{OE}^h = V_O^h + V_E^h = 1,88 + 0,94 = 2,82 \frac{m^3}{h}$$

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης αιχμής με την οποία θα υλοποιηθεί η σχεδιασμός και η κατασκευή του δικτύου είναι αναγκαίο εκτός των προαναφερθέντων να ληφθούν υπόψη ο αριθμός των νοικοκυριών της περιοχής, καθώς και το ποσοστό διείσδυσης, που εκτιμάται για έτος στόχο, δηλαδή το ποσοστό που θα χρησιμοποιεί φυσικό αέριο στην υπό μελέτη περιοχή. Για να πραγματοποιηθεί η εκτίμηση αυτή αξιοποιήθηκαν στοιχεία από την ΕΔΑ Αττικής από μελέτες που έχει πραγματοποιήσει για επόμενα έτη καθώς και από δεδομένα από μηνιαίες εκθέσεις για το ρυθμό αύξησης του πλήθους των ενεργών χρηστών φυσικού αερίου.

Σύμφωνα με δημοσιευμένη έκθεση της ΕΔΑ Αττικής το Νοέμβριος του 2020 το ποσοστό κάλυψης σε δίκτυα διανομής αερίου στο Δήμο Αιγάλεω ανερχόταν σε 73,7%, ενώ ταυτόχρονα οι ενεργοί διασυνδεδεμένοι χρήστες έφταναν μόλις το 21,5% [23]. Αντίστοιχα αυτά τα ποσοστά βάσει νέας έκθεσης της ΕΔΑ Αττικής το Σεπτέμβριο του 2022 στο Δήμο Αιγάλεω το ποσοστό κάλυψης του δικτύου διανομής είχε φθάσει το 78%, ενώ οι ενεργοί χρήστες ανέρχονταν πλέον σε ποσοστό της τάξεως του 23% [24]. Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι τη διετία που 2020 – 2022 το ποσοστό κάλυψης αυξήθηκε κατά 4,3%, ενώ το ποσοστό διείσδυσης αυξήθηκε κατά μόλις 1,5%.

Αν αναχθούν τα ποσοστά αυτά σε χρονικό ορίζοντα ενός έτους προκύπτει ότι η ετήσια τιμή αύξησης του ποσοστού κάλυψης είναι 2,15%, και η αντίστοιχη τιμή για τους ενεργούς χρήστες είναι 0,75%. Οπότε σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά μπορούμε να θεωρήσουμε, αν συνεχίσει με αυτό το ρυθμό η ανάπτυξη του δικτύου διανομής, ότι σήμερα (2023) οι το ποσοστό κάλυψης δικτύου κυμαίνεται περίπου στο 80%, καθώς και ότι στο έτος στόχο της μελέτης (2031) το δίκτυο διανομής θα έχει σχεδόν ολοκληρωθεί αφού θα η ανάπτυξη του θα ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 97%. Επιπλέον, το ποσοστό των ενεργών χρηστών εντός δήμου σήμερα (2023), θεωρούμε ότι έχει φθάσει περίπου το 24%.

Λαμβάνοντας υπόψη τις μηνιαίες εκθέσεις της ΕΔΑ Αττικής σχετικά με το πλήθος των ενεργών χρηστών (Πίνακας 23) παρατηρούμε ότι για το 1^ο τετράμηνο του 2023 συνολικά στην Αττική παρατηρήθηκε μια αύξηση της τάξεως του 0,7%, έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το συνολικά στο έτος 2023 η αύξηση αυτή θα ανέρχεται σε 2,1% [22]. Ακόμη, θέτοντας ως παραδοχή ότι αυτή η αύξηση ενεργών χρηστών φυσικού αερίου συναντάται σε κάθε Δήμο και πραγματοποιείται οριζόντια, προκύπτει ότι στο Δήμο Αιγάλεω και κατά συνέπεια στη περιοχή μελέτης το ποσοστό των ενεργών χρηστών το έτος 2023 θα ανέρχεται σε 26,1%.

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΥΞΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ Φ.Α. ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΤΟ 1ο ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ ΤΟΥ 2023
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	187317	0,7%
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	187803	
ΜΑΡΤΙΟΣ	188354	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	188561	

Πίνακας 23. Μηνιαία μεταβολή ενεργών χρηστών Φ.Α. στην Αττική βάσει στοιχείων της ΕΔΑ Αττικής και υπολογισθέν ποσοστό αύξησης.

Έχοντας ως έτος στόχο για την πραγματοποίηση της μελέτης το 2031 και εκτιμώντας ότι ως τότε η κάλυψη του δικτύου διανομής θα έχει σχεδόν ολοκληρωθεί (97%) καθώς και αναμένοντας μείωση της τιμής του φυσικού αερίου στο μέλλον θεωρώ ότι το ετήσιο ποσοστό αύξησης δεν θα μείνει σταθερό στο 2,1% στη πάροδο των ετών, αλλά θα αυξάνεται κατά 0,5% ανά έτος, λόγω των ευνοϊκότερων συνθηκών, κυρίως οικονομικών, που θα ισχύουν με το ποσοστό αύξησης ανά έτος να φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Έτος	Ποσοστό Αύξησης των Ενεργών Χρηστών Φ.Α.
2023	2,10%
2024	2,60%
2025	3,10%
2026	3,60%
2027	4,10%
2028	4,60%
2029	5,10%
2030	5,60%
2031	6,10%
Σύνολο Αύξησης Ενεργών Χρηστών	36,90%

Πίνακας 24. Ποσοστό Αύξησης των Ενεργών Χρηστών Φυσικού Αερίου έως το 2031.

Συνεπώς στην υπό μελέτη περιοχή προκύπτει ότι το ποσοστό διείσδυσης του φυσικού αερίου το 2031 θα ανέρχεται σε $W = 60,9\%$. Άρα η συνολική κατανάλωση φυσικού αερίου στη περιοχή προκύπτει ως εξής:

$$V_{tot}^h = N * W * V_{OE}^h = 538 * 60,9\% * 2,82 = 924 \frac{m^3}{h}$$

Στρογγυλοποιώντας η συνολική κατανάλωση αιχμής για το σχεδιασμό του δικτύου θα είναι $930 \frac{m^3}{h}$.

5^ο Κεφάλαιο: Ανάλυση και Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

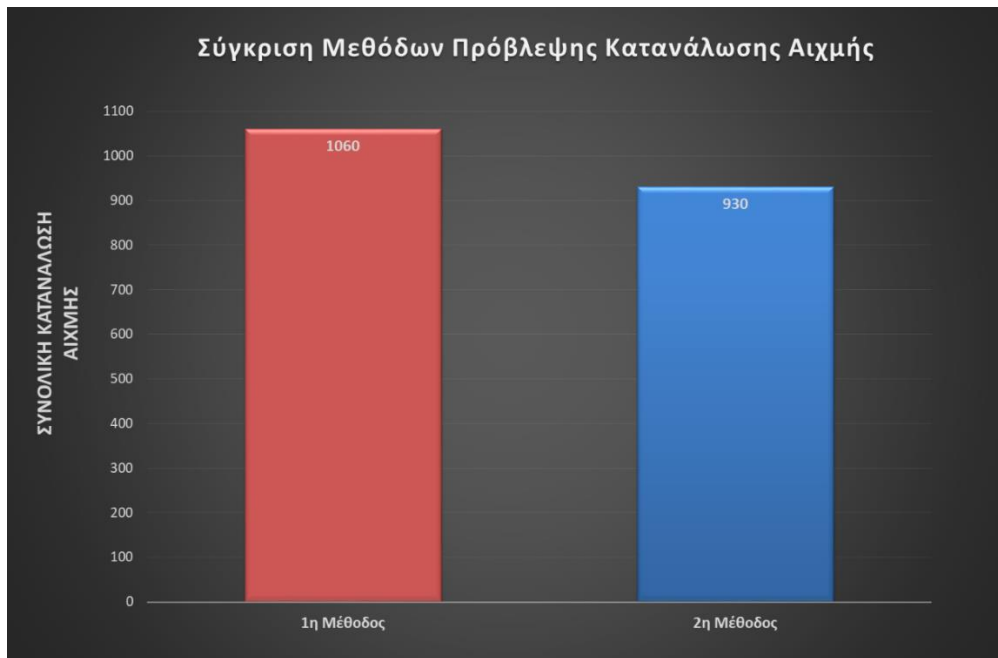
Ο τομέας των προβλέψεων της κατανάλωσης φυσικού αερίου για μια νέα περιοχή κατέχει ίσως τον πιο κεντρικό ρόλο για την ανάπτυξη του δικτύου μεταφοράς και διανομής, ώστε να δοθεί η δυνατότητα της πρόσβασης στο φυσικό αέριο περισσότερων νοικοκυριών, επιχειρήσεων καθώς και βιομηχανιών – βιοτεχνιών. Η ανάγκη αυτή έχει οδηγήσει διάφορους ερευνητές στην ανάπτυξη πλήθους μοντέλων, που το καθένα από αυτά έχει τα δικά του ξεχωριστά χαρακτηριστικά έχοντας όμως ένα βασικό κοινό στοιχείο, το οποίο είναι η ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων. Ο πυρήνας για τον υπολογισμό του δικτύου διανομής και μεταφοράς σε μια υπό μελέτη περιοχή και κατά συνέπεια και των οικονομοτεχνικών μελετών, είναι η καταγραφή και εκτίμηση όλων των πιθανών καταναλωτών λαμβάνοντας πάντα υπόψη την αντίστοιχη δυναμικότητα του εκάστοτε καταναλωτή. Τα δεδομένα αυτά συνδυάζονται με στατιστικά στοιχεία από άλλες περιοχές παρόμοιου γεωμορφολογικού χαρακτήρα, ώστε να προκύψει μια πιθανή τιμή κατανάλωσης φυσικού αερίου. Η τιμή αυτή αποτελεί το κύριο στοιχείο για την αξιολόγηση της επένδυσης για την επέκταση του δικτύου παροχής καθώς και για την εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητάς της.

Στη παρούσα εργασία θεωρητικά παρουσιάστηκαν τρεις μέθοδοι για την εκτίμηση της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής, αλλά λόγω έλλειψης στοιχείων για την περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι δύο μέθοδοι. Όλοι οι υπολογισμοί έγιναν για μακροπρόθεσμη πρόβλεψη με έτος στόχο το 2031, χρονολογία για την οποία αξιοποιώντας στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ εκτιμήθηκε ο αριθμός του πληθυσμού, των νοικοκυριών.

Η πρώτη μέθοδος αποτελεί ένα προσεγγιστικό τρόπο υπολογισμού της κατανάλωσης αιχμής, στον οποίο από πίνακες λαμβάνονται οι τιμές για την ετήσια κατανάλωση αερίου στον οικιακό τομέα ανάλογα με τον τομέα χρήσης που στη περίπτωση μας θεωρούμε ότι το φυσικό αέριο θα χρησιμοποιείται για μαγείρεμα, ζεστό νερό και θέρμανση. Αντίστοιχα, για τον επαγγελματικό τομέα επιλέχθηκε τιμή ετήσιας κατανάλωσης ανά άτομο και στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας δεδομένα για τις ιδεατές ημέρες χρήσης του κάθε κλάδου, υλοποιήθηκε ο υπολογισμός της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής. Η τιμή που προέκυψε είναι ίση με 1030 m³/h.

Αντίθετα, η δεύτερη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι εμφανώς πιο αναλυτική, διότι ο υπολογισμός της κατανάλωσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε κατηγορία χρήσης σε ένα νοικοκυριό. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ξεχωριστά η απαιτούμενη ποσότητα αερίου για μαγείρεμα, για ζεστό νερό στη κουζίνα και στο μπάνιο καθώς και για θέρμανση. Εκτός των άλλων λήφθηκαν υπόψη οι συντελεστές απόδοσης των συσκευών, η θερμογόνος δύναμη του φυσικού αερίου, αλλά και ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας του νερού. Τα αποτελέσματα προέκυψαν από τους προαναφερθέντες υπολογισμούς χρησιμοποιώντας τιμές από πίνακες για αναγωγή των τιμών στις δυσμενέστερες κλιματολογικές συνθήκες. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την ΕΛΣΤΑΤ για την συσχέτιση της οικιακής με την επαγγελματική κατανάλωση και προσδιορίστηκε ένα ποσοστό προσαύξησης που θα αντιπροσωπεύει την κατανάλωση φυσικού αερίου στον επαγγελματικό τομέα. Τέλος,

στους υπολογισμούς λήφθηκε υπόψη και το εκτιμώμενο ποσοστό προσαύξησης στην περιοχή μελέτης, για τον προσδιορισμό του οποίου αξιοποιήθηκαν στοιχεία από την ΕΔΑ Αττικής. Τα στοιχεία αυτά σχετίζονται με την επέκταση του δικτύου διανομής αλλά και με την αύξηση των καταναλωτών στην ευρύτερη περιοχή του Αιγάλεω, με σκοπό την επιλογή όσο πιο αντιπροσωπευτικού ποσοστού. Ύστερα από όλα αυτά τα στοιχεία και τους υπολογισμούς η ωριαία κατανάλωση αιχμής υπολογίστηκε ότι ισούται με 930 m³/h.



Εικόνα 12. Γραφική αναπαράσταση της υπολογισθείσας ωριαίας κατανάλωσης αιχμής για τη Μέθοδο 1 και 2.

Συγκρίνοντας τις δύο μεθόδους, αρχικά, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι καμία από τις δύο δεν μπορεί να θεωρηθεί λανθασμένη, για αυτό και η απόκλιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων είναι αρκετά μικρή. Η εκάστοτε μέθοδος έχει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της και τη δική της προσέγγιση στο ζητούμενο αποτέλεσμα. Όπως παρατηρούμε η μέθοδος 1 είναι αρκετά συνοπτική και σύντομη, σε αντίθεση με τη μέθοδο 2, στην οποία για να προκύψει το αποτέλεσμα πραγματοποιείται αναλυτικός υπολογισμός για τον κάθε τομέα χρήσης του φυσικού αερίου, και ύστερα τα αποτελέσματα κάθε τομέα χρήσης αθροίζονται για να προκύψει το σύνολο. Για το λόγο αυτό, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η 2^η μέθοδος πιθανόν να είναι περισσότερο ρεαλιστική σε μια πιθανή μελλοντική υλοποίηση της επέκτασης φυσικού αερίου στην περιοχή του Αιγάλεω.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Παπανικολάου Κωνσταντίνος. 2018. "Αγορά Ενέργειας: Το Φυσικό Αέριο και η Σύνδεση της Τιμής του με την Τιμή του Πετρελαίου". Available at: <https://ikee.lib.auth.gr/record/297952/files/GRI-2018-21607.pdf> (Accessed: 23 May 2023)
- [2] Ξανθοπούλου Παρασκευή. 2021. "Κατάταξη των πετρωμάτων - ταμιευτήρων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Εισαγωγή στις βασικές αρχές εκτίμησης των αποθεμάτων". Available at: <https://ikee.lib.auth.gr/record/339741/files/GRI-2022-35389.pdf> (Accessed: 23 May 2023)
- [3] Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (Φυσικό Αέριο - ΔΕΠΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ Α.Ε.). Available at: <https://depa.gr/fysiko-aerio/> (Accessed: 23 May 2023)
- [4] Kumar S., Kwon H., Choi K., Lim W., Cho J., Tak K., Moon I., 2011. "LNG: An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development". Advanced Applied in Energy, Volume 88, Issue 12. 4264-4273. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.035> (Accessed: 23 May 2023)
- [5] Γκάτσος Νικόλαος. 2022. "Το φυσικό αέριο ως καύσιμο μετάβασης στην πράσινη ενέργεια". Available at: <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/27568> (Accessed: 23 May 2023)
- [6] Imran khan M., Yasmin T, Shakoore A. 2015. "Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel". Advanced Applied in Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 51, 785-797. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.053> (Accessed: 23 May 2023)
- [7] Δημόσια Επιχείρηση Διανομής Αερίου (ΔΕΔΑ). Available at: <https://deda.gr/%CE%BC%CE%AC%CE%B8%CE%B5-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF/> (Accessed: 23 May 2023)
- [8] Φυσικό Αέριο (2023) Βικιπαίδεια. Available at: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Natural_gas_production_world.PNG (Accessed: 23 May 2023)
- [9] Γκιάκα Κωνσταντίνα. 2020. "Μεταφορά και Διανομή Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα Η Περίπτωση του Αγωγού ΠΟΣΕΙΔΩΝ". Available at: <https://www.apothesis.eap.gr/archive/item/84993> (Accessed: 23 May 2023).



- [10] Νάτσης Παύλος. 2016. "Το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ) - Ευρωπαϊκό και Ελληνικό Δίκαιο". Available at: https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/12521/1/NatsisP_2016.pdf (Accessed: 23 May 2023).
- [11] International Energy Agency (IEA). 2022. Natural Gas Information. Available at: <https://www.iea.org/countries/greece> (Accessed: 23 May 2023).
- [12] Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ). Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φ.Α. Available at: <https://www.desfa.gr/national-natural-gas-system/transmission> (Accessed: 23 May 2023).
- [13] Νόμος υπ' αριθμόν. 4001/ΦΕΚ Α'179/22.08.2011. Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις. Available at: <http://elib.aade.gr/elib/view?d=/gr/act/2011/4001> (Accessed: 23 May 2023).
- [14] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). Θεσμικό Πλαίσιο Φυσικού Αερίου. Available at: <https://www.rae.gr/psysiko-aerio/thesmiko-plaisio-fysikou-aeriou/> (Accessed: 23 May 2023).
- [15] Τεχνολογίες Φυσικού Αερίου. Δημήτρης Γ. Παπανίκας. Τόμος 1. Έκδοση 2^η.
- [16] Αντισυμβατικός Το κλίμα της Αττικής. Athens Astrophotography and Storm Chasing Team 2022. Available at: https://antisimvatikos.blogspot.com/2014/01/blog-post_2.html (Accessed: 28 May 2023).
- [17] Ιστοσελίδα. Google Earth. Available at: <https://earth.google.com/web/> (Accessed: 28 May 2023).
- [18] Απόκομμα από άρθρο στο διαδίκτυο. Δήμος Αιγάλεω: Σχέδιο για την Αειφόρο Ανάπτυξη Ενέργεια. 2010. Available at: https://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/227_183_1307450465.pdf (Accessed: 28 May 2023).
- [19] Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Κλιματικά Δεδομένα για επιλεγμένους σταθμούς στην Ελλάδα. Available at: http://www.emy.gr/emy/el/climatology/climatology_city (Accessed: 28 May 2023).
- [20] Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΤΑΤ). Δημοσιευμένα Στατικά Στοιχεία. Απογραφή Πληθυσμού – Κατοικιών. Available at: <https://www.statistics.gr/> (Accessed: 28 May 2023).
- [21] Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΤΑΤ). Στατικά Στοιχεία τα οποία μου χορηγήθηκαν για τους σκοπούς της εργασίας ύστερα από αίτημα με ID – 41620.



- [22] Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής (ΕΔΑ Αττικής). Πλήθος Σημείων Παράδοσης και Διανεμηθείσα Ποσότητα. 2023 (Ιανουάριος-Φεβρουάριος-Μάρτιος-Απρίλιος). Available at: <https://edaattikis.gr/i-agera-aeriu/meridia-ageras/> (Accessed: 1 June 2023).
- [23] Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής (ΕΔΑ Αττικής). Πενταετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης ΕΔΑ Αττικής 2021 – 2025. Αθήνα, Νοέμβριος 2022. Available at: https://rae.gr/wp-content/uploads/2020/12/131120_1.pdf (Accessed: 1 June 2023).
- [24] Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής (ΕΔΑ Αττικής). Πρόγραμμα Ανάπτυξης ΕΔΑ Αττικής 2022 – 2026. Αθήνα, Σεπτέμβριος 2022. Available at: https://www.rae.gr/wp-content/uploads/2022/10/2022_09_29_I-336860_%CE%B5%CE%B4%CE%B1-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7%CF%83-2022-2026.pdf (Accessed: 1 June 2023).